فهرست منابع :

فصل اول:فرسایش خاک ۱۲

فصل دوم:انواع فرسایش آبی خاک ۳۴

فصل سوم : مدل سازی فرایند فرسایش خاک.....۵۲

فصل چهارم :حفاظت خاک.....۷۹

فصل پنجم:فرسایش بادی.....۹۳

فصل ششم: تستها و پاسخ تشریحی ۱۲۰

منابع.....۱۲۲

فصل اول :

فرسایش خاک

هیچ پدیده خاکی در مقیاس جهانی مخرب تر از فرسایش ناشی از باد و آب نیست. از روزگاران ماقبل تاریخ، بشر زخم تازیانه ی فرسایش خاک را بر پیکر خود به همراه داشته و از پیامد های آن یعنی سوء تغذیه و گرسنگی رنج می برد. تمدن های باستانی با شسته شدن خاک های آنها که زمانی عمیق و حاصلخیز بود و با به جای گذاشتن تپه های غیر حاصلخیز صخره ای دچار فرو پاشی شدند. با مشاهده ی تپه های بایر در هندوستان مرکزی و یا بخش های از یونان، لبنان و سوریه، تصور این امر مشکل است که زمانی در این مناطق جوامع کشاورزی دارای شکوفایی بودند.

تهدید فرسایش خاک، امروزه بسیار شوم تر از هر زمان دیگر در تاریخ می باشد. در نسل امروز، زارعین مجبورشده اند تولید محصولات غذایی را برای رفع نیازهای افزایش بی سابقه جمعیت، به بیش از دو برابر برسانند. درکشورهای کم درآمد نسبت جمعیت به اراضی زراعی قابل استفاده که از قبل نیز بسیار بالا بوده در حال افزایش است. درحالی که کشت و کار در اراضی حاصلخیز مسطح تمرکز یافته، و در تامین بیشتر غذای مورد نیاز کمک کرده است،

بسیاری از ملت ها مجبورند که سطح اراضی زیر کشت خود را توسعه داده و به سوزاندن و جنگل تراشی در شیب های تند و شخم زدن مراتع اقدام کنند. فشار جمعیت همچنین سبب چرای بی رویه دام ها در مراتع و استخراج بیش از حد منابع چوب گردیده است. تمامی این فعالیت ها سبب تخریب و یا حذف پوشش گیاهی، و در معرض قرار گرفتن هر چه بیشتر خاک حساس زیرین این منطقه به فرسایش می شود. نتیجتاً حاصل این چرخه شیطانی، تخریب یا تنزل کیفیت اراضی است، تخریب سبب کم شدن محصول، فقر انسانی، و کاهش پوشش گیاهی در روی خاک است، که به نوبه ی خود سبب فرسایش پرشتاب شده و عده ی بیشتری از مردم نیازمند را به قطع اشجار، شخم و تخریب اراضی وادار می سازد.

تنزل توان تولید مزارع، جنگل ها و مراتع فقط بخشی از داستان تاسف بار فرسایش را بازگو می کند. ذرات خاک شسته شده و یا باد رفته از مناطق فرسایشی بعداً در جای دیگر مانند اراضی پست مجاور رودخانه ها و نهرها و یا در مخازن و لنگر گاه های پایین دست ترسیب خواهند یافت. خسارت زیست محیطی و اقتصادی در مناطقی که مواد خاکی فرسایش یافته در آن ترسیب می یابد، ممکن است به اندازه مناطق فرسایشی که خاک از آنها جدا شده است بوده و یا

از آنها بیشتر باشد. مواد خاکی جابجا شده سبب بروز مسایل آلودگی آب و هوا شده و هزینه سنگین اقتصادی واجتماعی را در جامعه به دنبال خواهد داشت. خوشبختانه دهه های اخیر شاهد پیشرفت های زیادی در فهم سازوکارفرسایش و ابداع روش های که می توانند به طور موثر و توجیه پذیر از جنبه اقتصادی هدر رفت خاک را در اکثر موارد مهارکنند.

یکی از این راهکارها، حفاظت خاک است. حفاظت خاک نقطه مقابل تخریب خاک است. اینکه ما بدانیم چگونه خاک های کشور را حفاظت کنیم می توانیم از تخریب آنها جلوگیری کنیم. نکته مهم دیگر اینکه خاک چیزی نیست که درعرض یک سال، ده سال و یا بیست سال فاسد شود و بگندد و بعد ما پی به فساد آن ببریم. همانطور که تشکیل آن تدریجی است، تخریب آن نیز تدریجی است. ولی در شرایط کنونی این یک تخریب فزاینده تدریجی است. گویای این صحبت آمارهای است که طبق براورد های آن فرسایش خاک در ایران ۴ الی ۵ برابر نرم جهانی است. پس باید کاری

کرد...

۱-۱-فرسایش خاک

فرسایش Eroderi از ریشه لاتین (Erosion) به معنی سائیدگی گرفته شده و عبارت است از سائیده شدن سطح زمین. و بطور کلی فرسایش به فرایندی گفته می شود که طی آن ذرات خاک از بستر اصلی خود جدا شده و به کمک یک عامل انتقال دهنده به مکانی دیگر حمل می شود.

اولین تحقیقاتی که در زمینه حفاظت خاک در جهان انجام گرفت توسط آقایWollny دانشمند المانی بین سال های

۱۸۷۷–۱۸۹۵ بود. ایشان نقش پوشش گیاهی، نوع خاک و همچنین شیب را در فرسایش خاک مورد بررسی قرار داد. که این بررسی ها هسته اولیه موضوع تحقیقاتی مرتبط با حفاظت خاک را در دنیا گذاشت.

در سال ۱۹۶۸ دو دانشمند به نام های Wischmeir & Smith فرمولی را به جهان ارایه دادند. به نام فرمول جهانی محاسبه فرسایش خاک، که این فرمول جهانی هنوز هم معتبر است. این فرمول فرسایش را تابعی از دو عامل می داند

Erosion = f(Erosivity x Erodibility)

منظور Erodibility عامل سایش دهندگی است که انرژی قطرات باران می باشد و Erosivity سایش پذیری است. یک طیف وسیعی از خاک، نوع استفاده و مدیریت اراضی را در بر می گیرد.

۲-۱-عوامل موثر بر فرسایش

مهم ترین عواملی هستند که باعث فرسایش خاک می شوند شامل:

آب

باد

عوامل جوی مانند باران و برف

عوامل انسانی

۲-۱-۱-نقش آب در فرسایش خاک

هدر رفتن ساحل دریا یا فرسایش ساحلی، معمولا توسط امواج دریایی به وجود می آید؛اما گاهی تجزیه یا تخریب صخره های دریایی توسط عوامل جوی مانند باران، یخبندان و تمیزکاری جزر و مد صورت می گیرد.

امواج دریایی با فشار هیدرولیکی به ساحل و ساییدگی ماسه و سنگ ریزه به طور مداوم توسط آب سبب فرسایش ساحلی می شوند. تأثیر و عملکرد هیدرولیکی امواج طوفان در سواحلی که از سنگ های کاملاً متصل یا تخت که در برابر فرسایش آسیب پذیر هستند، بسیار قابل توجه است.

حرکت ساینده ماسه و سنگ ریزه شسته شده در برابر ساحل احتمالاً مهمترین فعالیت فرسایش موج است. ذرات با حرکت موج به جلو و عقب کشیده می شوند، بستر را در امتداد ساحل به کمک یکدیگر سمباده می زنند وبه تدریج سنگ ریزه ها را در ماسه دفن می کنند.

*در فرسایش طبیعی که در طی زمان های بسیار طولانی صورت می گیرد عمق خاک کم نمی شود بلکه زیادمی شود.
* فرسایش طبیعی منجر به تشکیل خاک می گردد و به نوعی دیگر می توان گفت که در این نوع فرسایش، خاکسازی بیشتر از فرسایش خاک بوده و در نتیجه عمق پروفیل خاک افزایش می یابد.

۲-۱- ۲ -نقش باد در فرسایش خاک

در اغلب مناطق خشک و بیابانی، باد تأثیر مهمی در به وجود آمدن فرسایش سنگ ها با رانندگی ماسه ها دارد وسطح تپه های ماسه ای که در کنار هم قرار نگرفته و توسط پوشش گیاهی محافظت نمی شوند، با پاشیدن ماسه هایی که توسط باد جا به جا می شوند در معرض فرسایش و تغییر قرار می گیرند.

این عمل با از بین بردن ذرات سست و کوچک و با شن و ماسه زدایی از مواد منتقل شده توسط باد، خاک را از بین می برد.حرکت باد باعث فرسایش مواد فرسوده شده که در بالا یا در سطح زمین یا با جریان تلاطم (در آن ذرات در تمام جهات حرکت می کنند) یا با جریان چند لایه (که در آن صفحات مجاور هوا از یکدیگر عبور می کند) ایجاد می شود.

حمل و نقل مواد فرسایش یافته باد تا زمانی که سرعت باد نتواند دیگر ذره ای از اندازه حمل شده را حفظ کند یا تا زمانی که ذرات بادگیر با هم برخورد کنند یا به یک سطح بچسبند، ادامه می یابد.

۳-۲-۱-نقش عوامل جوی باران و برف در فرسوده شدن خاک

رژیم بارندگی و اقلیم حوزه نیز یکی دیگر از عوامل مؤثر بر فرسایش و رسوب تولیدی می باشد که با بررسی آن مشخص شد که قسمت عمده آن ریزش های جوی در حوزه آب خیز از نوع باران است و در فصل زمستان با برف همراه می شود.

با ذوب شدن برف ها، سیلاب های سطحی به جریان افتاده و جابجایی توده های خاک را نیز شدت می بخشد. با بررسی های میدانی، مشاهده شده که بارندگی به خصوص با شدت های بالا و زمان کم، باعث می شود سیل مقدار زیادی از خاک سطحی را تخریب و به صورت رسوب حمل و جا به جا نماید.

۴-۲-۱-عوامل انسانی در فرسایش خاک

اگر بشر می دانست که برای تشکیل تنها ۲۵ میلیمتر خاک سطحی بیش از ۳۰۰ سال زمان لازم است، فرسایش یک

فرآیند طبیعی است، اما فعالیت های انسانی می تواند باعث شود که این امر سریعتر اتفاق بیفتد.از مهم ترین عواملی که توسط انسان انجام شده و منجر به فرسایش خاک می شوند می توان به موارد زیر اشاره کرد:

- تراکم جمعیت

صاف کردن تپه ها توسط انسان ها و هم چنین دخالت در مجاری طبیعی سیلاب ها و ریشه کن کردن بوته ها

- تغییر در پوشش گیاهی یک منطقه
- عدم مدیریت اصولی زمین های کشاورزی مانند شخم زدن های غیر اصولی
- مصرف بی رویه کود شیمیایی به جای کود حیوانی و یا حتی شخم زدن های بیش از حد و قطع درختان

چرای غیر مجاز دام

۳-۱-اثرات فرسایش :

فرسایش تشدیدی خاک فشارهایی را که به یک خاک برای تولید محصول وارد می‌شود ، افزایش می‌دهد. فشارهای وارده می‌تواند فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی می‌باشد .

۳-۱-۱-اثرات فرسایش بر خصوصیات فیزیکی

۱- کاهش عمق ریشه دهی

۲- کاهش ظرفیت ذخیره آب و خاک

۳- سله بستن و تراکم و سخت شدن خاک

۴- خارج شدن ذرات کلوئیدی و رسی از سطح خاک

*فرسایش باعث توسعه شیارها و گالی ها می‌شود و همین امر عملیات زراعی را مشکل می‌کند.

۳-۲-۱-اثر فرسایش بر خصوصیات شیمیایی :

فرسایش حاصل‌خیزی را کاهش می‌دهد از جمله اختلالات شیمیایی و تغذیه‌ای مربوط به فرسایش می‌توان کاهش CEC (تبادل ظرفیت کاتیونی) کمبود عناصر غذایی NPK و عناصر میکرو را نام برد.

۴-۲-۱-اثر فرسایش بر عملکرد محصول :

کمی کردن اثر فرسایش خاک بر عملکرد محصول، کار پیچیده‌ای است. به این دلیل که باید ارزیابی دقیقی از اثرات متقابل بین خصوصیات خاک، مشخصات محصول و اقلیم صورت می‌گیرد. اثرات فرسایش به عملکرد به صورت تجمعی است و حتی مدت ها بعد از شروع فرسایش شدید هم قابل مشاهده نمی‌باشد.

*فرسایش خاک، عملکرد محصول و از ظریق اتلاف عناصر غذایی، تخریب ساختمان، کاهش عمق خاک و ظرفیت نگهداری آب خاک کاهش می‌دهد .

۵-۲-۱-اثرات بیرونی فرسایش خاک :

در بین مهم ترین این اثرات می‌توان به رسوب گذاری در مخازن و سدها، کاهش محصول در مناطق واقع شده در پایین دست به خاطر اثرات سیلاب و آلودگی آب ها به وسیله ترکیبات شیمیایی مختلف اشاره کرد. فرسایش خاک به عنوان عامل مهمی در کاهش حاصل خیزی شناخته شده است. حذف خاک از اراضی کشاورزی توسط فرسایش آبی و بادی، پتانسیل طولانی مدت تولید محصول را کاهش می‌دهد.

۶-۲-۱-اثر فرسایش در ایجاد سیلابهای خطرناک

در مناطقی که زمین پوشش گیاهی کم دارد یا بکلی فاقد آن است، در موقع بارندگی‌های شدید یا ذوب شدن برف ها، آب زیادی در دامنه کوه ها جاری می‌شود که اغلب تشکیل سیل های خطرناکی را می‌دهد.

۷-۲-۱-اثر فرسایش در پر شدن سریع سدها

در حفظ خاک های حوزه آبریز رودهایی که بر روی آن ها سد بسته شده است، نسبت به رودهایی که بر روی آن ها سد بسته نشده است باید بیشتر دقت بشود و عملیات حفاظتی به منظور جلوگیری از فرسایش خاک سریع‌تر و جدی‌تر و موثرتر باشد، زیرا وجود سد خود در واقع در حکم یک صافی است که مانع عبور مواد محموله آب می‌شود. هرچه خاک

های حوزه آبریز رود مربوط بیشتر فرسایش یابد، به همان نسبت مواد بیشتری در پشت سدها جمع و روی هم انباشته می‌شود و در نتیجه عمر سد یعنی مدت بهره‌برداری از آن کوتاه تر می‌گردد.

۸-۲-۱-اثر فرسایش بر روی کاهش آب های زیرزمینی

پوشش گیاهی نه تنها خاک را حفظ می‌کند و مانع از فرسایش آن می‌شود، بلکه در حفظ آب نیز بسیار موثر است. در نقاطی که زمین پوشش گیاهی دارد (که این پوشش مانع از فرسایش آن می‌شود)، به هنگام بارندگی قطرات آب به هنگام فرود آمدن ابتدا به اندام گیاه برخورد می‌کند و به صورت ذرات ریز در می‌آید که بهتر جذب زمین می‌گردد. از طرف دیگر ریشه‌های گیاه و هوموس موجود در خاک، آبی را که به زمین می‌رسد جذب می‌کند و به این طریق مانع از جاری شدن آن در سطح زمین می‌گردد.

آبی که به طریق مذکور در خاک حفظ می‌شود بعدها به صورت آب چشمه‌سار از کف دره‌ها بیرون می‌آید و آب های دائمی را تشکیل می‌دهد یا به عنوان آب زیرزمینی در آن محل یا نقاط دورتر از آن ها بهره‌برداری می‌شود.

به عکس، کوه ها یا زمین های شیبداری که پوشش گیاهی ندارد و فرسایش یافته است، قادر نیست آب های برف و باران را در خود نگه دارد. چون به همین علت منابع آب های زیرزمینی تغذیه کافی نمی‌شود، در فصول خشکی قنات ها دچار کم آبی و در شرایط فوق‌العاده حتی خشک می‌گردد.

۳-۱-مراحل مختلف فرسایش

فرسایش چه توسط باد صورت گیرد چه توسط آب، خواه عادی باشد خواه سریع، دارای سه مرحله است:

مرحله کنده شدن خاک

مرحله انتقال خاک

مرحله انباشته شدن و تجمع خاک.

۳-۱-۱-مرحله کنده شدن خاک از جای خود

در این مرحله، ابتدا خاکدانه ها بر اثر از بین رفتن هوموس و کلوئیدهای خاک، چسبندگی خود را از دست میدهند و از هم می پاشند. در نتیجه خاک آماده فرسایش میشود. در چنین وضعی، خاک سطح-الارض که حاصلخیزترین قسمت خاک است، به طور ناگهانی یا بتدریج بوسیله آب یا باد از جای خود کنده میشود.

۳-۲-۱-مرحله حمل یا انتقال خاک بوسیله آب یا باد

چون ذرات خاک چسبندگی خود را از دست داده اند، نمی توانند در مقابل جریانهای شدید آبها یا بادهای تند مقاومت کنند، در نتیجه از جای خود کنده می شوند و به نقطه دیگر منتقل می گردند.

در مورد فرسایش آبی معمولا مواد از منطقه مرتفع تر به محل پست تر منتقل می گردند. مسافتی را که آب یا باد مواد را با خود می برد به عوامل مختلفی بستگی دارد، از آن جمله می توان در مورد آب، شدت آب، شیب زمین، ریز و درشتی آبرفت ها(شن، رس و غیره)، و در مورد فرسایش بادی شدت باد، قطر بادرفتها و همچنین مسطح و وسیع بودن جلگه ها و دشتها را نام برد.

۳-۳-۱- مرحله تجمع و انباشته شدن مواد

بادرفتها (موادی که توسط باد حمل میگردند) هر جا به مانعی (گیاه، دیوار، سنگ و غیره) برخورد کند فورا بر روی زمین می افتد و درآنجا رویهم انباشته می شوند. این مواد در شرایط فوق العاده تشکیل تپه های بزرگ و حتی توده های عظیم شنی یا ماسه ای شبیه کوه را میدهد.

*آبرفتها بتدریج که از شدت جریان آب و شیب زمین کاسته می شود از حرکت بازمی ماند و در سطح زمین رسوب می کند (ابتدا ذرات درشت تر و بعد ذرات ریزتر).

*برخی موارد تجمع مواد آبرفتی بقدری زیاد است که یک طبقه رسوبی قابل توجهی را تشکیل میدهد.

*در فرسایش سریع، مقدار فرسایش از خاکسازی بیشتر است و عمق پروفیل خاک نیز کم می شود. حداکثرفرسایش قابل قبول تا حد خاکسازی است.

٤-١-مناطق مستعد فرسایش

مناطق نیمه خشک و نیمه مرطوب دنیا (چین، هندوستان، غرب آمریکا و نواحی مدیترانه ای) سخت در معرض فرسایش قرار می گیرند. مشکل فرسایش در این مناطق، همراه با نیاز شدید به حفاظت آب و موضوع حساس بودن شرایط اکولوژیکی محیط است. به طوری که حذف پوشش گیاهی (چه به صورت چرای دام و چه به صورت برداشت محصول) باعث کاهش سریع مواد آلی می شود که تخریب خاک و خطر کویری شدن آن را در پی خواهد داشت.

از دیگر مناطقی که با فرسایش شدید روبرو هستند، نواحی کوهستانی (مانند کوه های آند، هیمالایا، بخش از کوه های راکی و بریدگی های ذره ای آفریقا) و مناطق پوشیده از خاک های آتشفشانی مانند (جاوه،جزیره جنوبی نیوزلند،گینه جدید و قسمت هایی از آمریکای مرکزی) را می توان نام برد.

سومین مناطق دنیا که که با خطر فرسایش روبرو هستند، مناطقی که در آن ها شکل زمین وخاک نتیجه اقلیم های گذشته است. هر چند این مناطق، در حال ظاهرا پایدار به نظر می رسند، ولی کوچکترین کار تخریبی، این پایداری را از بین می برد و ممکن است منجر به ایجاد خندق های عمیق در نواحی مذکور شود.

اما مشکل فرسایش خاک در ایران که بخش وسیعی از آن را مناطق کویری در برگرفته است و خاک از پوشش مناسبی برخودار نیست، بسیار بارزتر و چشم گیرتر است. هر چند شرایط اقلیمی و وضع کنونی زمین شناسی ایران به گونه ای است که آن را به صورت یک کشور مستعد به فرسایش خاک درآورده است، ولی حقیقت آن است که میزان فرسایش خاک در ایران بیش از مقدار موردنظر می باشد. آمارهای منتشر شده نشان می دهند که تلفات خاک در اثر فرسایش در مملکت ما، چندین برابر بیش تر از میانگین آن در کشورهای اروپایی و آمریکایی است. به عنوان نمونه بر اساس گزارش سازمان ملل متوسط میزان فرسایش در ایران حدود ۲۰ هکتار در سال می باشد. در حالی که این عدد برای قاره های آسیا و آمریکا و اروپا به ترتیب ۰/۳،۹/۸، و ۰/۵ تن در هکتار در سال می باشد.

۵-۱- فرسایش قابل تحمل خاک

فرسایش قابل تحمل خاک، یکی از پیچیده تری موضوع در تحقیقات فرسایش خاک است مفهوم فرسایش مجاز خاک که در سال های ۱۹۴۰ توسط خاکشناسان با توجه به حاصلخیزی خاک به کار رفت به این صورت بود که فرسایش مجاز خاک مقدار فرسایشی است که می تواند رخ دهد، بدون این که کاهشی در حاصلخیزی خاک و تاثیر منفی درتولیدات گیاهی در طولانی مدت داشته باشد .

برآورد فرسایش قابل تحمل خاک در تدوین برنامه های حفاظت خاک اهمیت دارد. در خاکهای با بافت نسبتاد درشت با مدیریت خوب در اراضی کشاورزی، تشکیل خاک سطحی تا ۱۱تن درهکتار در سال بالغ می شود که نتیجه عملیات کشاورزی نظیر شخم و افزودن کود است. در اراضی با عمق خاک بیش از دو

متر، فرسایش قابل تحمل تا ۱۲ ۵۰تن در هکتار هم میتواند برسد.

میزان فرسایش قابل تحمل برای خاک های مختلف متغیر است. عوامل موثر در انتخاب این آستانه می تواند متعدد باشد که از جمله آن ها می توان به ضخامت خاک سطحی، عمق خاک و خصوصیات فیزیکی خاک که در توسعه و گسترش ریشه موثر هستند، اشاره نمود. از نظر سرعت تشکیل خاک و ضخامت آن، فرسایش قابل تحمل یک خاک عمیق با نفوذپذیری متوسط با خاک تحت الارض مناسب برای توسعه ریشه، نسبت به یک خاک کم عمیق با نفوذپذیری کم، بیشتر است.

* در خاک های کم عمق که در روی صخره ها یا سخت لایه ها قراردارند، فرسایش قابل تحمل وجود ندارد.

به طور کلی، ۱۰ عامل مهم تاثیر گذار بر عامل فرسایش قابل تحمل به شرح زیر است:

۱- سرعت تشکیل خاک از مواد مادری

۲- سرعت تشکیل خاک سطحی از خاک زیرین

۳- کاهش تولید در اثر فرسایش

۴- عمق خاک

۵- تغییرات خصوصیات مطلوب خاک برای گیاهان در اثر فرسایش

۶- هدر رفت مواد مغذی خاک در اثر فرسایش

۷- احتمال ظهور شیار و خندق

۸- مشکلات نهشته گذاری رسوب درمزارع

۹- نسبت تحویل رسوب از محل فرسایش یافته

۱۰. میزان پذیرش اجتماعی، اقتصیادی و فرهنگی

فصل دوم

انواع فرسایش آبی خاک

۲-۱-تقسیم بندی انواع فرسایش بر اساس عوامل فرسایشی

تقسیم بندی انواع فرسایش بر اساس انواع عوامل فرسایشی در طبیعت دونیرو ، یا دو عامل وجود دارد که باعث جابجائی خاک یا به عبارت دیگر فرسایش خاک می شود ؛ آب و باد . بنابراین عامل فرسایش یا آب است یا باد . ولی امکان دارد که به علل مختلف از جمله فقر یا عدم پوشش گیاهی ، شیب تند ، ریزدانه یا یکنواخت بودن خاکدانه ها و غیره ، خاک به وسیله باد یا آب بشدت فرسایش یابد و اشکال مختلف فرسایش مانند سطحی ، شیاری ، خندقی و غیره را بوجود بیاورد .

۲-۲- تقسیم بندی انواع فرسایش بر اساس تأثیر طبیعت و دخالت انسان

فرسایش از آغاز پیدایش کره زمین و قبل از پیدایش بشر اتفاق می افتاده است ، ولی از وقتی که انسان زمینها را مورد کشت و زرع و بهره برداری قرار داده است ، با اعمال بی رویه خود ، موجب برهم زدن تعادل طبیعت (از آن جمله ، تشکیل خاک به مقدار کم ولی فرسایش خاک به مقدار زیاد) و در نتیجه باعث فرسایش شدید خاک شده ، به حدی که در بسیاری از نقاط ، آن را به ویرانی کشانیده است . بنابراین فرسایش را از این نظر که به طور طبیعی صورت گرفته یا انسان در آن دخالتی داشته است نیز می توان بر دو نوع تقسیم کرد ؛

۲-۲-۱-فرسایش طبیعی یا بطنی :

فرسایش طبیعی یا بطنی که فرسایش عادی هم نامیده می شود پیوسته در طبیعت به وسیله آب و باد صورت گرفته و می گیرد و نتیجه تاثیر قوه ثقل ، سرازیری دامنه ها ، جریان آب سطحی در روی زمین ، وجود نهرها و رودها و یخچالها و غیره است .

*عمل فرسایش طبیعی یا بطنی کند و هماهنگ با تولید خاک است .

۲-۲-۲-فرسایش سریع یا مخرب

فرسایش سریع همانطور که ذکر شد نتیجه تاثیر اعمال بشر است . فرسایش ناشی از اعمال انسان باعث کاهش حاصلخیزی خاک و حتی نابودی آن شده است . انسان آنچنان باعث فرسایش سریع و شدید و در نتیجه کاهش حاصلخیزی و نابودی خاک شده است که امروزه وقتی صحبت از فرسایش و راههای مبارزه با آن می شود بیشتر منظور همین فرسایش سریع یا فرسایش ناشی از دخالت انسان است.

۳-۲-عوامل موثر بر فرسایش آبی

عوامل موثر در فرسایش آبی عبارتند از عوامل اقلیمی، فرسایش پذیری خاک، شیب زمین، پوشش گیاهی و مدیریت (نحوه بهره برداری از اراضی).

۱) عوامل اقلیمی :

در بین عوامل اقلیمی باران، تگرگ، برف، یخبندان، دما و باد می توانند از عوامل موثر در ظهور فرسایش آبی خاک باشند.

نقش باران در فرسایش خاک :

صحبت کر دن از نقش باران در ایجاد فرسایش خاک به نوعی پرداختن به اصلی ترین مبحث فرسایش است. در واقع باران اساس شروع فرسایش است.

- مقدار باران :

مقدار باران در ایستگاههای باران سنجی اندازه گیری می شود که این ایستگاهها شامل چند نوع هستند.

۱-ایستگاههای باران سنج معمولی ۲- ایستگاههای کلیماتولوژی ۳- ایستگاههای سینوپتی

۴- باران سنج ذخیره ای

ساده ترین و ارزانترین ایستگاهها از نوع معمولی است و بهترین ایستگاهها، ایستگاه سینوپتیک است که دارای باران سنج ثبات است. این نوع باران سنج ها رابطه بین مقدار باران و زمان را به ما می دهد که در حقیقت از روی آن شدت باران را محاسبه می کنیم.

- شدت بارندگی :

شدت بارندگی که از تقسیم ارتفاع بارش بر زمان بدست می آید. به دو طریق می تواند در تشدید فرسایش اثر گذار باشد. نخست آنکه وقتی شدت زیاد است خاک قدرت جذب آب را ندارد و در نتیجه نزولات به صورت هرز آب حرکت

می کند، دیگر آنکه هر چه شدت بارندگی بیشتر باشد قطر قطره بیشتر و انرژی جنبشی آن نیز بیشتر خواهد شد.

* بر طبق مطالعات Best، در شدت بارندگی زیاد رابطه بین D_{50} هم اضافه می شود. ولی هودسون این رابطه را رد کرد و گفت این رابطه تا یک شدت خاصی صحیح است و اگر از شدتی زیادتر شود رابطه بالا صحیح نیست و شدت های که هودسون ارایه کرد شدت های بین ۱۰۰–۸۰ mm/hr است و در شدت های بالاتر ذرات به قطرات ریز تر تبدیل می شود و D_{50} به جای افزایش، کاهش می یابد.

- شدت بحرانی

حداقل شدتی که ایجاد فرسایش می کند که معادل۰.۴ mm/min یا۲۴ mm/hr در نظر گرفته می شود.

- اندازه قطرات باران

اولین کسی که در این زمینه کار کردLowe بود . ایشان برای تعیین اندازه قطرات باران از کاغذ های جاذب الرطوبت استفاده می کرد.

هادسون نشان داد که حداقل قطر قطرات باران ۰.۲ mm و حداکثر قطر قطرات باران ۵ mm می باشد و به دلیل آنکه قطرات باران برخلاف قطرات اشک، حالت مسطح دارند لذا ذرات بزرگتر از ۵ mm بر اثر اصطکاک هوا خرد شده و به ذرات ریز تر تبدیل می شود.

- توزیع اندازه قطرات باران :

برای محاسبه این پارامتر از معیاری بنام D_{50} استفاده می شود . در واقع D_{50} قطری است که ۵۰ درصد قطرات باران از آن بزرگتر و ۵۰ درصد از آن کوچکتر می باشند.

*فرساینده ترین باران ها آنهایی هستند که شدت زیاد و مدت زمان بارش کافی داشته باشند.

*در باران های با شدت زیاد، سرعت نفوذ فقط برای چند دقیقه اول ثابت بوده، سپس به سرعت کاهش می یابد. در مورد باران با شدت متوسط، سرعت نفوذ مدت زمان نسبتا بیشتری ثابت بوده، سپس کاهش می یابد.

*باران با شدت کم، سرعت نفوذ به مدت طولانی تری ثابت بوده، سپس کاهش می یابد. به طور کلی می توان گفت که هر چه شدت بارندگی بیشتر باشد سرعت نفوذ سریع تر کاهش یافته، در نتیجه آبدوی افزایش می یابد.

۲-فرسایش پذیری خاک

بنا به تعریف فرسایش پذیری خاک، مقاومت خاک در برابر جدا شدن و انتقال ذرات است. از گذشته تا بـه امـروز روش های مختلفی برای تعیین فرسایش پذیری خاک استفاده شده است که از آن جمله می توان بـه روش بـایکوس اشـاره کرد که ایشان اعتقاد داشت فرسایش پذیری با نسبت (%Sand + % Silt) / %Clay)متناسب است و در خاک های که این نسبت کوچکتر است فرسایش کمتر است. البته این روش امروزه بنا بر ایراداتی که بر آن وارد بود منسوخ شـده است.

اما بریان مقدار خاکدانه های که قطر آنها بیش از ۰.۵ میلی متر بوده و در برابر آب پایدار می باشند را به عنوان شاخص فرسایش پذیری در نظر گرفت و گفت هر چه ذرات با قطر بیشتر از ۰.۵ میلـی متـر در خـاک بیشـتر باشـد. آن خـاک مقاومت بیشتری در برابر فرسایش نشان می دهد.

نهایتا ویشمایر و همکارانش در ایالت متحده امریکا، بین فرسایش پذیری خـاک و ۵ خصوصـیت خـاک یعنـی در صـد سیلت + شن خیلی ریز، درصد شن، مواد الی، ساختمان و قابلیت نفوذ خاک ارتباطی برقرار کرده و فرمولی را ارایه کردند که بوسیله آن می توان میزان فرسایش پذیری خاک را بدست آورد.

خصوصیاتی از خاک که در فرسایش پذیری آن موثر است شامل:

۲-۱-سرعت نفوذ در فرسایش پذیری خاک :

هر چه سرعت نفوذ در خاک بیشتر باشد میزان رواناب و در نتیجه فرسایش خاک کمتر خواهد بود. پس به منظورکاهش فرسایش بهتر است در خاک شرایطی را فراهم آورد تا آن خاک نفوذ پذیر گردد. به طور مثال می توان به خاک های رسی، آهک اضافه کرد تا آن خاکها نفوذ پذیر گردند.

۲-۲- ظرفیت کل آب خاک (ظرفیت ذخیره آب) در فرسایش پذیری خاک

هر چه ظرفیت کل آب خاکی بیشتر باشد مقدار بیشتری از آب باران را جذب می کند و در نتیجه مقدار آبدوی وفرسایش کمتر خواهد بود. خاکهای که تخلخل کل بیشتری دارند در نتیجه ظرفیت ذخیره آب آنها نیز بیشتر است و نهایتاً فرسایش در آنها کمتر است.

* با افزایش عمق خاک مقدار ظرفیت کل آب خاک افزایش می یابد. بنابراین در صورت یکسان بودن سایر شرایط، فرسایش در خاک های عمیق کمتر از فرسایش در خاک های کم عمق می باشد.

۲-۳-ظرفیت نگهداری آب خاک در فرسایش پذیری خاک

نیرویی که خاک می تواند بخشی از آب را در خود نگه دارد ظرفیت نگهداری آب خاک نامیده می شود.هر چه ظرفیت نگهداری آب خاکی بیشتر باشد مقدار آبدوی و در نتیجه فرسایش کمتر خواهد بود.

*میزان ظرفیت نگهداری آب خاک در خاکهای شنی حدود ۹ درصد، در خاکهای متوسط بافت حدود ۱۸ درصد و در خاکهای رسی حدود ۳۶ درصد است.

۲-۴- بافت خاک در فرسایش پذیری خاک :

بین مقدار سیلت یک خاک و فرسایش پذیری آن ارتباط نزدیکی وجود دارد. هر چه مقدار سیلت خاک بیشتر باشد فرسایش پذیری آن افزایش می یابد.

*بطور کلی ذرات سیلت و شن خیلی ریز (ذراتی بین ۲۰۰-۲میکرون)فرسایش پذیری زیادی دارند.

۲-۵- ساختمان خاک در فرسایش پذیری خاک :

خاکهایی که دارای ساختمان دانه ای هستند دیرتر از خاک هایی که ساختمان سفت یا ساختمان پوک دارند فرسوده می شوند. به طور کلی خاکدانه های درشت و با ثبات مقاوم به فرسایش هستند.

عواملی که در اندازه و ثبات خاکدانه ها و در نتیجه در کاهش فرسایش موثرند عبارتند از : بافت خاک، نوع یون ها، در کمپلکس کاتیون تبادلی، نوع کانی های رس، مواد آلی و نوع مواد سیمانی.

*خاک هایی که حاوی مقدار زیادی کاتیون های بازی هستند مقاوم به فرسایش می باشند زیرا این مواد باعث پیوند های شیمیایی در بین ذرات خاکدانه ها شده، ذرات فلوکوله می شوند.

*اگر در خاکی مقدار زیادی Naیا K وجود داشته باشد ذرات منتشر خواهند شد.

*اگر درصد سدیم تبادلی (ESP) خاکی از۲۰ درصد تجاوز کند درصد خاکدانه های پایدار تقریبا به صفر می رسد.

عامل دیگری که در ثبات ساختمانی و در نتیجه در فرسایش پذیری خاک موثر است نوع کانی های رس می باشد، زیرا پایداری خاکدانه ها به نوع کانی های رس موجود در خاک بستگی دارد. رس های که در آنها نسبت سیلیس به اکسیدهای آهن و آلومینیوم بیشتر است در اثر رطوبت متورم شده، پلاستیک می گردد و خاکدانه ها ناپایدار می شوند وبر عکس رس های که این نسبت در آنها کمتر است خاکدانه هایشان در برابر آب مقاومت بیشتری دارند وفرسایش پذیری آنها کمتر است.

*نسبت سیلیس به اکسید های آهن و آلومینیوم با حرارت متوسط سالانه تغییر می کند. مقدار این نسبت در آب و هوای سرد زیاد و در آب و هوای گرم کم است.

* در آب و هوای سرد یا معتدل مرطوب معمولا رسهای ۲ به ۱ مانندمونت موریونیت و ایلیت که در آنها نسبت سیلیس به اکسیدهای آهن و آلومینیوم زیاد است فراوان می باشد و درآب و هوای گرم مرطوب رسهای ۱ به ۱ مانند کائولینت که در آنها این نسبت کم است برتر می باشند.

*خاکدانه هائی که رس آنها از نوع ۲ به ۱ یعنی مونت موریونیت است (نسبت سیلیس به اکسیدهای آهن و آلومینیوم زیاد است) ناپایدار فرسایش پذیرند.

*خاکدانه های که رس آنها از نوع ۱ به ۱ یعنی کائولینت است (نسبت سیلیس به اکسیدهای آهن و آلومینیوم کمتر است) پایدار و در نتیجه مقاوم به فرسایش هستند. رس نوع ایلیت از نظر پایداری ساختمان و مقاومت به فرسایش حد واسط رسهای مونت موریونیت و کائولینت است.

مواد آلی نیز در پایداری خاکدانه ها موثر است. خاکهایی که کربن آلی در آنها از ۲ درصد کمتر باشد قابل فرسایش به شمار می روند. محدوده تاثیر مواد آلی در ثبات ساختمانی، بین ۰الی ۴ درصد است و مقادیر بیش از ۴ درصد تاثیر زیادی در افزایش ثبات خاکدانه ها ندارد.

نقش هوموس در جلوگیری از فرسایش خاک به نوع آن بستگی دارد. هوموس اسیدی که یک هوموس نارس است. نسبت به هوموس خاکستری و قهوه ای زودتر در معرض فرسایش قرار می گیرد. زیرا این نوع هوموس پیوند ضعیفی با رس دارد، به آسانی در آب حل می شود و بعلاوه این هوموس در سطح خاک تشکیل می شود و با خاک مخلوط نمی گردد. و خاکهای که هوموس از نوع خاکستری دارند مثل خاکهای چرنوزم، خطر فرسایش در آنها کمتر است.

عامل دیگر که در ثبات ساختمانی و در نتیجه در فرسایش خاک موثر است نوع مواد سیمانی است. بین مواد سیمانی، اکسیدهای آهن و آلومینیوم بهترین ملات برای خاکدانه ها می باشند. این امر در مورد لاتوسلها مشهود است.پایداری ساختمانی این خاکها زیاد است، بنحوی که حتی اگر آنها را در حالت مرطوبی شخم بزنند خاکدانه ها به همان صورت اول باقی می مانند.

۲-۶- نقش کلوییدهای خاک در فرسایش پذیری خاک :

نوع کلوئیدهای خاک به دلیل تاثیرشان در نفوذپذیری در فرسایش پذیری خاک موثرند. هر چه کلوئیدهای خاک دراثر جذب رطوبت بیشتر متورم شوند از قطر خلل و فرج آنها بیشتر کاسته می شود. به این دلیل است که آبدوی حاصل در خاکهای کاملا رسی مرکب از رسهای آماس پذیر بیشتر خواهد بود. البته خاکهای حاوی کلوئیدهای ئیدروفیل (آبدوست) نیز با جذب آب میزان آبدوی را کاهش داده، فرسایش را محدود می سازند.

۳-شیب زمین

خصوصیاتی از شیب که در فرسایش خاک دخالت دارند عبارتند از : درجه، طول، شکل و جهت شیب.

۳-۱- نقش درجه شیب در فرسایش خاک

در صورت یکسان بودن سایر شرایط ، شیب های تند (البته تا حدی از درجه شیب) فرسایش بیشتری ایجاد مـی کننـد. زیرا در شیب های تند آب با سرعت بیشتری به طرف پـایین جـاری مـی شـود و در نتیجـه انـرژی جنبشـی و قـدرت فرسایندگی آن بیشتر می شود. اگر شیب زمین ۴ برابر گردد، سرعت جریان ۲ برابر می شود با دو برابـر شـدن سـرعت جریان آب انرژی جنبشی و در نتیجه قدرت فرسایندگی آن ۴ برابر می شود.

بررسیها نشان داده است که مقدار فرسایش خاک با درجه شیب زمین رابطه خطی ندارد، بلکه رابطه بین آنها به صورت نمایی است و رابطه ریاضی آن به صورت روبرو است: $E=f.S^a$

در رابطه بالا، E مقدار فرسایش، S درصد شیب و a یک نما با مقدار ۱/۴ می باشد.

۳-۲-نقش طول شیب در فرسایش خاک :

با یکسان فرض کردن سایر شرایط در دو شیب هم درجه ولی با طـول متفـاوت، میـزان فرسـایش در شـیب طولانی بیشتر از فرسایش در شیب کوتاه است. همچنین فرسایش در طول شیب نیز یکنواخـت نیسـت و در قسمت های انتهایی شیب ما فرسایش بیشتری داریم. برخی از محققـین مقـدار فرسـایش در انتهـای طـول شیب را ۱.۵ برابر متوسط فرسایش در کل شیب می دانند. $E=f.L^b$

در این فرمول E مقدار فرسایش، L طول شیب، b که مقدار آن ۰/۶ می باشد.

۳-۳- نقش شکل شیب در فرسایش خاک

محققین اثر چهار نوع شیب؛ یعنی یکنواخت، محدب، مقعر و کمپلکس را در ایجاد فرسـایش مـورد مطالعـه قراردادند. نتایج تحقیقات آنها نشان داد که در شیب های محدب مقدار فرسایش با دور شـدن از مقسـم آب افزایش می یابد ودر شیب های مقعر فرسایش در بالا دست شیب بیشتر و در پایین دست آن کمتر است. در شیب های یکنواخت مقدار فرسایش بتدریج به طرف پـایین شـیب افـزایش مـی یابـد. همچنـین مطالعـات دانشمندان نشان داده است که در شیب مقعرکمترین مقدار خاک و در شیب محدب بیشترین مقدار خاک از

بین می رود. و شیب های یکنواخت و کمپلکس حدواسط می باشند که البته میـزان خـاک از بـین رفتـه از شیب کمپلکس کمتر از یکنواخت بوده است. به بیانی ساده تر شدت فرسایش در شیب ها به ترتیب کـم بـه زیاد به قرار زیر است:

مقعر < کمپلکس < یکنواخت < محدب

* شکل شیب در نوع فرسایش نیز تاثیر دارد. در شیب های کوتاه آبدوی تجمع پیدا نمی کنـد، بنـابراین در شیب های محدب و مستقیم فقط فرسایش سطحی صورت می گیرد در حالی که شیب های مقعـر معمـولا آب را در کف آبراهه متمرکز می سازند و در نتیجه فرسایش خطی به وجود خواهد آمد.

۳-۴-نقش جهت شیب در فرسایش خاک :

شیب های آفتاب گیر معمولا نسبت به شیب های سایه گیر فرسایش بیشتری ایجاد می کننـد، زیـرا شـیب های آفتاب گیر نسبت به شیب های سایه گیر گرمتر بوده و تبخیر بیشتری دارند، بنابراین ذخیره آب خـاک کم شده، رشد پوشش گیاهی کمتر است و همین طور خاک نیز از تکامل پروفیلی کمتری برخـوردار اسـت. علاوه بر آن در شیب های آفتاب گیر تابش شدید خورشید با تجزیه مواد آلی هوموس را از بین می برد و در نتیجه خاک چسبندگی خود را از دست داده، مستعد فرسایش می شود.

با لحنی ساده تر، اینطور می توان بیان کرد که در کشـور مـا (و بـه طـور کلـی در نیمکـره شـمالی) میـزان فرسایش در شیب های جنوبی بیشتر از شیب های شمالی بوده و شیب های شرقی شبیه شیب های شمالی و شیب های غربی شبیه شیب های جنوبی عمل می کنند. لذا به همین دلیل است که در شیب های شمالی شیب بحرانی را ۸.۸ درصد و در شیب های جنوبی، شیب بحرانی را ۴.۴ درصد در نظر می گیرند.

۴- پوشش گیاهی :

اثر پوشش گیاهی در کاهش فرسایش به نوع، ارتفاع، تراکم و مرحله رشد گیاه بستگی دارد.

عرض یک ساعت در زمین جنگل ۸.۴ لیتر و در زمین کشاورزی ۱.۲۹ لیتر و در محیط خارج از جنگل ۰.۲۲ لیتر آب وارد خاک شده است. که این گویای این امر است که نفوذپذیری خاک جنگل ۴۰ برابر نفوذپـذیری خاک غیر جنگلی می باشد.

۴-۲-انواع فرسایش آبی

۱) فرسایش بارانی :

فرسایش بارانی را فرسایش پرتابی نیز می گویند. فرسایش بارانی در اثر برخورد قطرات باران به سطح خاک

بوجود می آید. در واقع انرژی سنتیک قطرات باران در اثر برخورد به سطح خاک منجر به جـدا شـدن ذرات خاک از یکدیگر شده و نهایتا این ذرات بوسیله آب حمل می شوند.

بررسی ها نشان داده است که بین ذرات مختلف، ذرات با قطر بین ۶۳ تا ۲۵۰ میکرون بیش از همه جدا می

شوند و ذرات با قطر ۱۲۰ میکرون به کمترین مقدار انرژی جنبشی برای جدا شدن نیـاز دارنـد. و ایـن جـدا شدن انتخابی ذرات، باعث می شود که بافت خاک های پایین دست تغییـر کنـد. مطالعـات اخیـر همچنـین نشان داده است که قابلیت جدا شدن ذرات خاک در اثر قطرات باران بستگی به مقاومت برشـی خـاک دارد. وقتی خاکی به حالت اشباع در می آید مقاومت برشی خاک به حداقل می رسد، بنابراین در این حالـت جـدا شدن ذرات بیشتر می شود. همچنین قابلیت جدا شدن ذرات خاک در اثر قطرات بـاران بـه ارتفـاع آب روی خاک نیز بستگی دارد. اگر ارتفاع آب در سطح خاک، از سه برابر میانگین قطـر قطـرات بـاران بیشـتر شـود پاشمان ناچیز خواهد بود. به همین دلیل مقدار فرسایش پاشمانی (پرتابی) در پای شیب ها به علـت ضـخیم بودن لایه آب در سطح خاک کم و در روی شیب ها به علت کم بودن ضخامت لایه آب بیشتر می باشـد، در حالی که فرسایش ناشی از آبدوی در این دو محل کاملا بر عکس می باشد.

*هر چه ضخامت لایه آب سطحی افزایش پیدا کند فرسایش حاصل از برخورد قطرات باران افزایش می یابد. دلیل این امر نیز تلاطمی است که در اثر برخورد قطرات باران بر روی سطح آب جمع شده بوجود می آید.

۲- فرسایش ورقه ای :

عامل عمده بوجود آمدن فرسایش ورقه ای، ضربه قطرات باران است. و بطور کلی در بوجود آمدن این نوع فرسایش دو عامل بیشترین تاثیر را دارند، اول فقدان پوشش گیاهی کافی برای جلوگیری از انرژی سنتیک قطرات باران و دوم وقوع رگبارهای شدید در فصول خشک.

*فرسایش ورقه ای معمولا در اراضی با شیب کم اتفاق می افتد و می تواند در هر قسمتی از شیب صورت گیرد.

بررسیها نشان داده است که در فرسایش ورقه ای که از باران های خفیف مداوم یا از ذوب تدریجی برف حاصل می شود معمولا ذرات ریز شسته می شوند، بنابراین در این حالت عمل فرسایش انتخابی است در حالی که در فرسایش حاصل از باران های شدید عمل انتخابی وجود ندارد. برای تعیین مقدار نسبی مواد ریز منتقل شده از یک خاک در اثر جریان آبدوی حاصل از یک بارش مداوم با شدت بارندگی کم یا آبدوی حاصل از ذوب تدریجی برف و یا فرسایش پاشمانی از رابطه (۱) d۴۰(۲)/d۴۰ (۱) استفاده می شود که در آن

d۴۰(۲) قطر ذرات خاک در منحنی دانه بندی با فراوانی نسبی ۴۰ درصد در خاک طبیعی (فرسایش نیافته) و d۴۰ (۱) قطر ذرات در خاک فرسایش یافته می باشد.

* هر چه نسبت d ۴۰ (۱) / d۴۰ (۲) کوچکتر باشد نشان دهنده آنست که مواد ریز بیشتری از خاک خارج شده و خاک به صورت سنگریزه ای در می آید.

علایم فرسایش ورقه ای :

۱. تجمع خاک پای بوته ها یا کچلی مزرعه

۲. وجود لکه های سفید یا قهوای متمایل به قرمز در سطح خاک

۳. وجود سنگفرش بیابانیDesert Varnish یا جلای بیابانی Desert Pavement در سطح خاک

۳) فرسایش شیاری :

وقتی میزان فرسایش بیش از ton/ ha.year ۱۵باشد ما فرسایش شیاری را داریم که این فرسایش کمی پیشرفته تر از فرسایش ورقه ای است و عمده عامل تخریب، رواناب می باشد. شیارها پس از بوجود آمدن، به طرف بالادست و پایین دست خود گسترش می یابند. البته اکثر شیارها ابتدا با پسروی به طرف بالا دست گسترش می یابند.

* در فرسایش شیاری در منتهی الیه شیار بیشترین مقدار فرسایش خاک را داریم.

از علایم فرسایش شیاری، وجود شیارهای موازی یا در هم در روی شیب هاست. مجموعه شیارها گاهی به صورت پنجه ای است. در واقع در دامنه کوهها هر چه به طرف پایین تر برویم شیارها عمیق تر شده و به هم وصل می شوند و آبراهه بزرگتری به وجود می آورند. به این دلیل است که این نوع جمع شدن شیارها را فرسایش پنجه ای گویند.

برای کنترل فرسایش شیاری باید با انجام عملیاتی مانند شخم زدن و افزایش مواد آلی به خاک موجبات افزایش ظرفیت رطوبت در خاک را فراهم آورد و در نتیجه مقدار فرسایش را کاهش داد.

۴) فرسایش بین شیاری :

فرسایش بین شیاری در واقع نوعی از فرسایش ورقه ای است و عامل اصلی بوجود آورنده آن انرژی سنتیک قطرات باران است و معمولا فرسایش بین شیاری یک فرسایش انتخابی است و به تدریج بافت خاک در این نوع فرسایش بطرف سبک شدن پیش می رود. و ذرات انتقال یافته از زمین در فرسایش بین شیاری کوچکتر از ذرات منتقله به وسیله فرسایش شیاری است.

در خیلی از مدل های فیزیکی و ریاضی برای محاسبه فرسایش و رسوب، حوزه های آبریز را به شیاری و بین شیاری تفکیک می کنند.

۵) فرسایش گالی (خندقی) :

به این نوع فرسایش، فرسایش گودالی یا آبکند نیز می گویند که پیشرفته تر از فرسایش شیاری است. و

فرسایش شیاری در منتهی الیه شیار به گالی تبدیل می شود. در واقع تفاوت فرسایش خندقی و شیاری در این است که در فرسایش خندقی عرض و عمق خندق ها خیلی با هم اختلاف ندارند، در حالی که در فرسایش شیاری عرض شیارها معمولا چندین برابر عمق آنهاست. نکته دیگر در مورد فرسایش گالی این که، دهانه گالی بی ثبات ترین قسمت گالی است.

طبقه بندی گالی ها :

در منابع مختلف گالی ها را به دو طریق طبقه بندی می کنند. یکی بر اساس عمق و مساحت حوزه آبخیز گالی و دوم بر اساس شکل گالی. ما در زیر به هر دو روش اشاره می کنیم

طبقه بندی گالی ها بر اساس عمق و مساحت حوزه آبخیز :

نوع گالی	عمق بر حسب فوت (1 FOOT=30 CM)	مساحت حوزه بر حسب ایکر (1ACER=0.4 HA)
کوچک	کمتر از ۳	کمتر از ۵
متوسط	۱۵-۳	۵۰-۵
بزرگ	۱۵ یا بیشتر	۵۰ یا بیشتر

طبقه بندی گالی ها بر اساس شکل :

۱) گالی های U شکل

این شکل از گالی ها در مناطقی ایجاد می شوند که هم لایه های سطحی خاک و هم لایه های عمقی هر دو حساس به فرسایش باشند. نظیر رسوبات آبرفتی و رسوبات باد رفتی. بیشترین میزان فرسایش را نیز ما در همین گالی هایU شکل داریم

۲) گالی های V شکل : گالی های هستند که لایه های سطحی حساس به فرسایش و لایه های عمقی نسبتا مقاوم به فرسایش دارند.

۳) گالی های ذوزنقه ای : در مناطقی ایجاد می شوند که لایه های سطحی حساس و لایه های زیرین مقاوم به فرسایش (مثلا : سازندهای کنگلومرا و یا گرانیتی) باشند.

خندق ها را می توان با کشت گیاه یا احداث بند یا ترکیب آنها کنترل کرد. که البته کنترل و احیای خندق ها بوسیله استقرار پوشش گیاهی به احداث بند ترجیع داده می شود. بندها چه از نظر طراحی و اجرا و چه از نظر نگهداری هزینه های بالای را تحمیل می کنند ولی نکته مهم اینکه بندها علاوه بر اینکه مسیل ها را کنترل می کنند با بالا آوردن کف رودخانه در نتیجه رسوب گذاری از تخریب کناره های بستر نیز جلوگیری می کنند.

در طراحی بند برای کنترل فرسایش خندقی یک حوزه، بعد از مطالعاتی که انجام می گیرد بند اصلی در قسمت پایین دست خندق، در محلی که دیواره های خندق محکم است احداث می شود. بندهای دیگر به فواصلی از آن در بالای خندق ساخته می شوند. فاصله بین بندها به شیب آبراهه (شیب اولیه)، شیب حد (شیب ثانویه) و ارتفاع موثر بند بستگی دارد.

فاصله بین بندها از رابطه زیر بدست می آید :

دراین فرمول

N: تعداد بندها

L :طول خندق بر حسب متر

P :شیب آبراهه بر حسب متر در متر

I: شیب حد بر حسب متر در متر

H :ارتفاع موثر بند بر حسب متر N=L/S or $S = H / (P – i)$

۶) فرسایش توده ای :

این فرسایش عبارت است از حرکت حجم عظیمی از توده های خاک یا سنگ یا مجموع آنها به طرف پایین شیب، در اثر نیروی ثقل. این نوع فرسایش در واقع موقعی رخ می دهد که نیروی حاصل از وزن مواد بیش از نیروی مقاومت ناشی از نیروی برشی خاک باشد.

حرکت توده ای خاک معمولا به سه شکل متفاوت است که عبارتند از ریزش توده های خاک، لغزش خاک و جریان گل.

۶-۱-ریزش توده های خاک :

این فرسایش معمولا در شیب های تند (معمولا متجاوز از ۴۵ درجه) و کنار رودخانه ها رخ می دهد.

۶-۲- لغزش خاک یا زمین لغزه (Landside)

زمین لغزه، لغزش توده خاک یا سنگ یا مجموعه آنها در اثر نیروی جاذبه می باشد. بیشتر زمین لغزه ها مربوط به خاک های رسی یا چسبنده است و بندرت می توان در طبیعت شرایطی را یافت که زمین لغزه در خاک های غیرچسبنده رخ داده باشد.

برای رخ دادن زمین لغزه سه شرط لازم است:

اول اینکه شیب باید به اندازه کافی تند باشد تا توده خاک بتواند بلغزد

دوم اینکه در عمق خاک یک لایه غیر قابل نفوذ یا با نفوذپذیری کم وجود داشته باشد(این لایه مـی توانـد یک Clay pan و یا یک مارن میوسن باشد)

سوم اینکه در لایه سطحی خاک، آب به مقدار کافی وجود داشته باشد.

* سرعت لغزش به درجه شیب زمین و جنس لایه زیرین بستگی دارد.

*عوامل موثر در زمین لغزه ها در واقع عواملی هستند که در ناپایداری شیب موثرند.

شیب یک تپه هنگامی ریزش می کند که مقدار نیروهای تنش برشی در هر صفحه ای از مقطع خاک بیشتر از مقاومت برشی خاک در این صفحه باشد. در واقع در یک شیب، پایداری توده خاک در مقابل زمین لغزه را می توان به صورت زیر بیان نمود. $F=S/t$

در فرمول بالا F ضریب اطمینان، S مقاومت برشی در صفحه برش، t تنش برشی ایجاد شده در این صفحه می باشد. بنابراین در صورتی لغزش رخ می دهد که F کوچکتر و یا مساوی یک باشد و اگر F بزرگتر از یک باشد خاک پایدار خواهد ماند.

عوامل موثر در ناپایداری شیب ها بر دو نوعند :

۱) عواملی که باعث بالا رفتن تنش برشی در خاک می شوند

این عوامل عبارتند از :

الف) از بین بردن مقاومت های جانبی مانند فرسایش کناره ای در رودخانه ها، حفر آبراهه در شیب تپه ها،

حفاری ها برای بهره برداری از معادن و همین طور جاده سازی های غلط

ب) زمین لرزه ها، هوازدگی و انحلال مواد در آبهای زیرزمینی، فرسایش زیر زمینی.

ج) فشارهای جانبی از قبیل فشار ناشی از آبهایی که در شکاف های عمودی خاک نفوذ می کند، یخبندان آب در درز و شکاف خاکها.

۲) عواملی که باعث کم شدن مقاومت خاک در مقابل نیروهای برشی می شوند

این عوامل عبارتند از :

الف) خصوصیات خاک مانند بافت، ساختمان وجود درز و شکاف.

ب) انقباض و انبساط در اثر حرارت، هیدراسیون کانی های رس، شسته شدن املاح خاک.

۶-۳- سیلان گل (Mudflow)

این نوع حرکت را جریان گل، سنگ گل و بهمن گل نیز می نامند. مکانیزم به وجود آمدن این نوع فرسایش به این ترتیب است که در مناطق مرتفع در اثر باران و یا ذوب برفها ممکن است آب با خاک و مواد درشت تر به صورت گل در آمده، و به کندی به طرف پایین شیب حرکت کند، حرکت آن بیش از آنکه در اثر لغزش یا ریزش به طرف پایین باشد تحت تاثیر حرکت بین ذرات است، به عبارت دیگر حرکت در اثر جابجایی ذرات است. بنابراین توده گل بدون ایجاد شکستگی در سطح خود تقریبا شکال زمین را به خود می گیرد. سرعت حرکت این توده گل نسبت به سرعت زمین لغزه کمتر است.

جریان گل در واقع نه مایع است و نه جامد بلکه حالت بینابینی دارد و به دلیل جرم حجمی زیادش قادر است سنگهای خیلی بزرگ را حتی در شیب های کم (حدود ۵ درجه) صدها متر حمل کند. بنابراین سیلان گل قادر است مقدار زیادی مواد ریز و درشت را در اراضی شیب دار به پایین حمل کند و به این ترتیب می تواند در مسیر خود خسارت وارد سازد.

این نوع فرسایش بیشتر در مناطقی که غالبا یخ زده هستند مانند تندرا یافت می شود. در واقع در این مناطق در تابستان یخ توده خاک در زیر پوشش چمنی ذوب شده و توده گل ضخیمی را به وجود می آورد که به صورت سیالی به طرف پایین حرکت می کند.

۷) فرسایش کنار رودخانه ای :

این نوع فرسایش معمولا در دیواره های نهرها و رودخانه ها انجام می گیرد. این فرسایش در امتداد کناره ها وبستر نهرهای دایمی همواره فعال است، در حالی که فرسایش های دیگر فقط در حین بارندگی و یـا کمـی پس از شروع آن فعال هستند. در این نوع فرسایش ما بیشترین تخریب و از بین رفـتن خـاک را در قسـمت های خارجی خمیدگی های رودخانه ها و نهر ها می بینیم.

قدرت تخریبی این نوع فرسایش به عوامل زیر بستگی دارد

۱) سرعت جریان آب : هر چه سرعت جریان آب افزایش یابد، قدرت تخریب بیشتر می شود.

۲) تلاطم جریان آب : هر چه آب رودخانه متلاطم تر باشد قدرت تخریب نیز بیشتر می شود.

۳) وزن مخصوص ذرات : هر چه جرم مخصوص بالاتر برود فرسایش شدید تر می شود.

۴) قطر ذرات خاک : هر چه قطر ذرات خاک ریزتر و حساس تر باشد، فرسایش راحت تر اتفاق می افتد.

۵) قدرت چسبندگی ذرات خاک : هر چه چسبندگی ذرات خاک کمتر باشد فرسایش بیشتر است.

۶) درجه زبری و موانع موجود در جریان آب : اگر رودخانه مانع یا پوششی داشته باشد یا سنگلاخی باشد از سرعت آب کم می شود و مانع از فرسایش کناری می شود.

* بیشترین فرسایش کناری را در رودخانه های که در مسیر رسوبات آبرفتی و باد رفتی حرکت می کنند، وجود دارد.

۸) فرسایش انحلالی یا شیمیایی :

این نوع فرسایش بیشتر در مناطقی صورت می گیرد که سطح زمین از لایم استون (سنگ آهک) که در آب ازحلالیت بالایی برخوردار است، پوشیده شده باشد. مهمترین حلال لایم استون، اسید کربنیک است کـه در

اثر حل شدن دی اکسید کربن هوا در آب های سطحی حاصل می شود. آب حاوی اسید کربنیک در اثر نفوذ، حفره هایی در زمین به وجود می آورد. که علت حفره حفره شدن سطح زمین، انحلال نابرابر لایم استون در قسمت های مختلف سطح زمین می باشد.

به این نوع فرسایش، فرسایش شبه کارستی نیز می گویند. که عمق حفرات ایجاد شده ناشی از انحلال کانی

ها زیاد نیست. ولی فرسایش انحلالی بصورت کارست هم داریم که عمق حفرات ایجاد شده در این نوع فرسایش عمیق تر می باشد (بطور مثال: دولین، یک نوع کارست با حفرات عمیق می باشد). بطور کلی ما فرسایش های انحلالی را به طور واضح در منطقه زاگرس می بینیم.

*به عقیده بسیاری از دانشمندان وجود کارست و شبه کارست در زاگرس بخاطر غنی سازی سفره های آب زیر زمینی یک نعمت است.

۹) فرسایش هزار دره :

این نوع فرسایش معمولا در زمینهای که فاقد پوشش گیاهی بوده و همچنین دارای سازندهای حساس به

فرسایش می باشد، اتفاق می افتد. فرسایش بدلند یا هزار دره در واقع مرحله گسترده فرسایش خندقی است، بدین معنی که هرگاه تعداد خندق ها در هر کیلومتر مربع از زمین بیش از ۷۰ عدد باشد و یا طول آنها در هر کیلومتر مربع زمین بیش از ۱۰ کیلومتر باشد، فرسایش خندقی به فرسایش بدلند تبدیل می شود.در کشور ما این نوع فرسایش بیشتر بر روی سازند های مارنی و گچی نمکی ایجاد می شود. که به علت وجودگچ و نمک زیاد که اغلب کلرور سدیم است احیاء این اراضی بوسیله پوشش گیاهی تقریبا غیر ممکن است و بهترین کار در این اراضی، جلوگیری از ورود دام می باشد.

۱۰) فرسایش تونلی :

به این فرسایش آبراهه های زیر زمینی نیز گفته می شود. و هنگامی اتفاق می افتد که ما در سطح زمین یک

خاک نفوذپذیر و در زیر آن یک لایه غیر قابل نفوذ و یا با نفوذپذیری کم داشته باشیم و بین این دو یک لایه حساس به خاک از نظر مقدار رس تفاوت B و A فرسایش وجود داشته باشد. همچنین این نوع فرسایش در اراضی که بین افق از رس تشکیل شده است(نیز B لوم شنی تا لوم رسی و بافت لایه A فاحشی وجود داشته باشد مثلا، بافت لایه اتفاق می افتد.)

۱۱) فرسایش پا سنگی یا ستونی :

گاها در طبیعت اتفاق می افتد که تخته سنگی روی سطح زمین وجود دارد و وقتی این فرسایش اتفاق می افتد. خاکهای زیر تخته سنگ حفظ می شوند ولی خاکهای بین تخته سنگها از بین می رود و یک حالت ستونی با فواصل مشخص روی سطح زمین می ماند و گاهی مواقع عوام به این ستون ها دودکش جن می گویند. این فرسایش به ما نشان می دهد که چه عمقی از خاک دستخوش فرسایش شده و ما می توانیم به طور تقریبی ضخامت خاک فرسایش یافته را بدست آوریم.

فصل سوم

مدل سازی فرایند فرسایش خاک

یک مدل ارائه کننده چارچوب و رویکردی مناسب برای کسب آگاهی ، مدیریت و کنترل یک فرایند خاص می باشد. در واقع بدون وجود یک مدل یا یک مفهوم نظری ، هیچگونه بررسی عملی یا آزمایشگاهی هدفمندی را نمی توان انجام داد. بااستفاده از مدل می توان جنبه های ویژه ای ازواقعیت پیچیده یک سامانه را بررسی و تعیین نمود. چنین نمایشی از جنبه های یک سامانه واقعی را مدل یا مدل سامانه می گویند. به عبارت دیگر مدل وسیله ای است که بخشی از واقعیت را شبیه سازی می کند. به طور کلی، مدل سازی را می توان علم و هنر ساده سازی واقعیت دانست.

۱)مدل Modified Universal Soil Loss Equation (MUSLE) :

معادله جهانی هدر رفت خاک برای برآورد میزان تلفات خاک از یک قطعه زمین و یا در طول یک شیب ارایه شده است و با استفاده از آن نمی توان میزان رسوبدهی حوزه های آبخیز را تخمین زد. به منظور محاسبه مقدار رسوب بر اساس این معادله، ویلیامز و برنت، ضریب نسبت تحویل رسوب را معرفی نمودند. نسبت تحویل رسوب به خصوصیات حوزه (فیزیوگرافی و زهکشی)، ویژگیهای رخدادهای اقلیمی و کاربری اراضی بستگی دارد.

آنها اعتقاد داشتند که برای استفاده از معادله در سطح حوزه بایستی روش محاسبه تمام عوامل آن به استثنای عامل فرسایندگی (R) تغییر نماید. بررسی های بعدی نشان داد که رابطه بین عوامل فرسایندگی و میزان تولید رسوب غیر خطی و ضعیف می باشد. بنابراین به علت متغیر بودن نسبت های تحویل رسوب محاسبه شده و غیر خطی بودن رابطه بینR و میزان تولید رسوب، عامل بارندگی مدل با عامل رواناب جایگزین گردید. با جایگزینی عامل بارندگی R بودن توسط عامل رواناب، دیگر ضرورتی به استفاده از نسبت تحویل رسوب در معادله جهانی وجود نخواهد داشت. شکل کلی مدل MUSLE که در آن نقش رواناب شاخص می باشد و از آن می توان برای محاسبه رسوب سالیانه بهره جست به صورت زیر می باشد.

$$A=95(Q.q_p)^{0/56}KLSCP$$

A : مقدار رسوبدهی یک رویداد (رگبار) بر حسب تن

Q: حجم رواناب بر حسب ایکر- فوت

q^p: شدت حداکثر رواناب بر حسب فوت مکعب بر ثانیه

K و L ،S ,C, P : در معادله جهانی تعریف شده اند

این معادله در سیستم متریک به صورت زیر می باشد.

$$A=11800(Q.q_p)^{0/56}KLSCP$$

A: مقدار رسوبدهی یک رویداد بر حسب کیلوگرم

Q : حجم رواناب بر حسب متر مکعب

q^p : شدت ماکزیمم رواناب بر حسب متر مکعب بر ثانیه

۲- مدل (RUSLE) Revised Universal Soil Loss Equation:

مدل USLE از دهه ی ۱۹۷۰ به طور گسترده ای مورد استفاده قرار گرفته است. از ابتدای دهه ۱۹۹۰ USLE مورد تجدید نظر قرار گرفته و اطلاعات آن به روز گردیده، به صورت رایانه ای در آمده و سبب ارایه مدل براورد فرسایش تحت نامRUSLE گردیده است.RUSLE یک برنامه نرم افزاری رایانه ای می باشد که با کسب تجارب بیشتر در کاربرد آن در جهان به طور مداوم اصلاح و تغییر می یابد با توجه به اینکه مدل USLEفقط در اراضی کشاورزی مورد استفاده قرار می گرفت مدل RUSLE وابسته به نوع استفاده از اراضی است. یعنی هم در اراضی کشاورزی و هم در اراضی منابع طبیعی قابلیت استفاده دارد که به آن Land Use Dependent و این مدلSingle Erent می باشد و می تواند مقدار فرسایش را برای هر رخداد حساب کند.

اختلافات عمده ی که بین USLE وRUSLE وجود دارد در جدول زیر آمده است.

عامل	رابطه ی جهانی فرسایشUSLE	رابطه ی جهانی فرسایش تجدیدنظر RUSLE
R	بر اساس شرایط بارش متوسط برای مناطق جغرافیایی خاص در امریکا می باشد.	برای بیان اثر ضربات باران بر RUSLE . R روی آب معمولا همانند USLEدرشرق امریکا می باشد.اما مقادیر R در غرب امریکا بر اساس اطلاعات از ایستگاه های هواشناسی بیشتری بوده و بنابراین، برای هر نقطه خاص به مراتب دقیق تر است.RUSLE برای بیان اثر ضربان باران بر روی آب تجمع یافته سطحی در مناطق مسطح یک ضریب اصلاحی برای R محاسبه می کند.
K	بر اساس بافت خاک، میزان ماده آلی، نفوذپذیری و سایر عوامل ذاتی مربوط به نوع خاک می باشد.	همانند USLEاما برای منظور نمودن تغییرات فصلی مانند یخ زدن و ذوب آن،رطوبت خاک و تثبیت خاک تنظیم وتعدیل یلفته است
LS	بر اساس طول و تندی شیب بدون توجه به کاربری اراضی می باشد	این دو عاملUSLEبا توجه به معادلات جدید براساس نسبت فرسایش شیاری به بین شیاری بهبود یافته و برای استفاده در شیب های مرکب تطابق یافته است.
C	براساس توالی کشت و کار، بقایای سطحی، ناهمواری سطحی و پوشش آسمانه می باشد که با توجه به درصد توزیع بارندگی فرساینده طی ۶ مرحله رشد نبات استوار است.	از عوامل فرعی مانند کاربری قبلی، پوشش آسمانه، پوشش سطحی،ناهمواری سطحی و رطوبت خاک استفاده می کند. با تقسیم هر سال تناوب در فواصل ۱۵ روزه و محاسبه نسبت هدر رفت خاک برای هر دوره سبب اصلاح USLE شده است. هر زمان که عملیات خاکورزی یکی از عوامل فرعی را تغییر دهد نسبت هدر رفت خاک مجددا محاسبه می شود.RUSLE براورد بهتری از تغییرات هدر رفت خاک را درسراسر سال به خصوص در ارتباط پس مانده های سطحی و نزدیک سطح خاک و اثرات اقلیم در تجزیه پس مانده های گیاهی ارایه می دهد.
P	براساس اجرای عملیات که سبب کاهش سرعت رواناب و کاهش فرسایش خاک استوار است . مقادیر عامل P متناسب با تغییرات شیب تغییر یافته وارتفاع برجستگی ها مختلف تا حدی در نظرگرفته می شود	مقادیر عاملP بر اساس گروههای هیدرولوژیک خاک،تندی شیب ردیفهای کشت، ارتفاع برجستگی ها، میزان شاخص فرسایش یک رگبار انفرادی با دوره برگشت۱۰ ساله می باشد. RUSLE اثرات کشت نواری را با توجه به ظرفیت حمل جریان در نوارهای متراکم در ارتباط با میزان رسوب رسیده به آن نوار براورد می کند. عامل Pبرای برنامه ریزی حفاظت خاک، میزان و محل ترسیب مورد نظر قرار می دهد.

۳) مدل SLEMSA :

این مدل توسط ال ول در سال ۱۹۷۸ برای نواحی جنوبی افریقا ارایه شد، که در واقع اصلاحی بر مدلUSLE است که به منظور سازگار کردن آن با شرایط آگرواقلیمی جنوب افریقا صورت گرفته است. (این نیاز در زمینه خیلی از مدل های فرسایش خاک در کشور ما احساس می شود) بنابراین ال ول مدل جدیدی ارایه کرد که در آن فرسایش خاک تابع سیستم های فیزیکی نظیر اقلیم، خاک، پوشش گیاهی و توپوگرافی است. مدلSLEMSA به شرح زیر است :

$Z = K.X.C$

که در آن:

Z :(میانگین سالیانه هدر رفت خاک (تن در هکتار در سال، K: میانگین سالیانه هدر رفت خاک (تن درهکتار درسال در کرت استاندارد مزرعه ای به طول ۳۰ و عرض ۱۰ متر در شیب ۲.۵ درجه (۴.۵ درصد) برای خاکی که فرسایش پذیری آن(F) تحت شرایط آیش و عاری از هر گونه علف هرز مشخص باشد،X فاکتور مشترک طول و درجه شیب (بدون بعد) و C فاکتور مدیریت زراعی (بدون بعد) می باشد.

۴) مدل PSIAC ((Modified) Pasific Southwest Inter-Agenc Committeeو MPSIAC

مدل PSIAC در سال ۱۹۶۸ میلادی توسط کمیته مدیریت اب در امریکا برای محاسبه شدت فرسایش خاک وتولید رسوب مناطق خشک و نیمه خشک غرب ایالات متحده آمریکا ارایه شد. این روش برای اولین بار در ایران در سال ۱۳۵۲در حوزه سد دز استفاده شد. و سپس با توجه به دقت نسبتا خوب آن در مقایسه با سایر روشها و مدلهای تجربی در برخی از حوزه های آبخیز کشور مانند دو خواهران، کهیر، زاینده رود، مارون، هلیل رود، دز، سراوان و اوزن دره مورد استفاده قرار گرفت. در حال حاضر نیز برای بررسی فرسایش خاک و تولید رسوب در طرح های جامع کشور از این روش استفاده می شود.

برای استفاده از روش PSIAC برای براورد وضعیت فرسایش و تولید رسوب در هر یک از اجزای واحد اراضی یاواحد هیدرولوژیک، ۹ عامل موثر در فرسایش و رسوب زایی بر حسب شدت و ضعف نقش آنها در فرسایش خاک و تولید رسوب باید مورد بررسی و ارزیابی دقیق قرار گیرند. نهایتا

نمره بدست آمده از ۹ عامل در هر یک از اجزای واحد اراضی بیانگر شدت فرسایش خاک و میزان رسوب زایی در آن واحد می باشد.

عوامل موثر در فرسایش خاک و تولید رسوب به همراه نمرات مربوط به آن در روش PSIAC:

۱.زمین شناسی سطحی (Surface geology):

۱۰-۰

۲.خاک(Soil) : ۰-۱۰ برای تعیین نمره این فاکتور بهتر است که K محاسبه شود.

۳. آب و هوا(Climate):۰-۱۰ براساس وضعیت و شدت بارندگی در حوزه آبخیز نمره آن تعیین می شود.

۴.روان آب (Run): ۰-۱۰نمره رواناب براساس گروه های هیدرولوژی (پتانسیل خاک برای تولید رواناب تعیین می گردد. A: کمترین رواناب و D: بیشترین رواناب و بالاترین نمرهپ

۵.پستی و بلندی (Topography): ۰-۲۰: شیب حوزه بیش از ۲۰=۳۰ درصد، شیب حوزه کمتر از ۱۰=۲۰ درصد، شیب کمتر از ۱۰درصد=۰

۶. پوشش زمین(Ground cover): ۱۰+ -۱۰- هر چه پوشش حوزه بهتر باشد نمره آن کمتر می شود

۷. استفاده از زمین(Land use):۱۰+ -۱۰-، این عامل و همین طور عامل بالا به علت داشتن نمره منفی تاثیر بیشتری در کاهش فرسایش و رسوب دارند.

۸.وضعیت فعلی فرسایش در سطح حوزه (UP land Erosion): ۰-۲۵ در صورت عدم مشاهده فرسایش در سطح خاک نمره صفر و در صورتی که بیش از ۵۰ درصد سطح زمین درگیر فرسایش شیاری و خندقی باشد نمره ۲۵می گیرد.

۹. فرسایش رودخانه ای و حمل رسوب(Channel erosion and sediment transport): ۰-۲۵

نهایتا عدد بدست آمده از جمع این ۹ فاکتور را درجه رسوب دهی آن زیر حوزه می نامند. همچنین می توانیم با

توجه به درجه رسوب دهی با استفاده از فرمول زیر رسوب ویژه یا همان میزان تولید رسوب در واحد سطح آن زیر حوزه را نیز تعیین کنیم.

$$QS = 38.77\ ^{e0.0353R}$$

qs : رسوب ویژه ، m3/ Km2.Year R: درجه رسوب دهی

با توجه به فرمول بالا که از طریق آن رسوب ویژه محاسبه گردید. حال برای بدست آوردن فرسایش ویژه آن حوزه از طریق رابطه ساده زیر عمل می کنیم :

فرسایش / تولید رسوب = نسبت تحویل رسوب(SDR)

SDR /تولید رسوب=فرسایش

نسبت تحویل رسوب که مقدار آن از طریق نموگراف محاسبه می گردد.(البته فرمولی نیز برای محاسبه SDR) وجود دارد. در واقع بخشی از مواد فرسایش یافته است که به صورت رسوب در می آید. و بطور کلی به عوامل زیر بستگی دارد :

۱)مساحت حوزه آبخیز : هر چه مساحت حوزه آبخیز بیشتر باشدSDR کمتر می شود.

۲)شیب: : هر چه شیب متوسط حوزه آبخیز بیشتر باشد SDR بیشتر می شود.

۳) بافت یا نوع خاک : بافت های ریز و بافت های سیلتی، SDR را زیاد می کند. و در مقابل بافت های شنی SDR آنها کمتر است. بافت خاک در حوزه های کوچک بیشتر تاثیر خود را نشان می دهد.

در نهایت با توجه به جدول زیر و اعداد بدست آمده از درجه رسوب دهی، ما می توانیم دو جور تفسیر انجام دهیم. ۱) تفسیر کیفی ۲) تفسیر کمی

اگر در زیر حوزه مورد مطالعه، تفسیر کمی انجام دهیم نقشه بدست آمده نقشه تخریب مخصوص یا رسوب ویژه یا نقشه فرسایش ویژه آن زیر حوزه می باشد. و طبق تعریف تخریب مخصوص عبارت است از کل مواد فرسایش یافته در سال بر حسب تن تقسیم بر مساحت منطقه مورد مطالعه بر حسب هکتار

همچنین می توانیم آنرا بر حسب واحد حجمی نیز به صورت زیر تعریف کنیم.

ارتفاع خاک فرسایش یافته بر حسب متر عبارت است از حجم مواد فرسایش یافته بر حسب متر مکعب، تقسیم بر مساحت منطقه مورد مطالعه بر حسب متر مربع

حال اگر ما از اعداد درجه رسوب دهی در حوزه مورد مطالعه (جمع فاکتورهای ۹ گانه) تفسیر کیفی انجام دهیم نقشه بدست آمده، نقشه رسوب دهی حوزه می باشد.

مزایا و معایب روش PSIAC

در این مدل، بیشترین عوامل موثر در فرسایش خاک و تولید رسوب در محاسبات وارد می گردد.

نتایج حاصل از بکارگیری مدل PSIACدر بررسی تولید رسوب چند حوزه آبخیز سدهای مخزنی بزرگ کشورنشان داده است که اختلاف بین بار رسوبی براوردی از این روش با میزان مشاهده ای کم است.

*این روش نسبت به سایر روش ها کاربرد بیشتری دارد.

ارزیابی فرسایش خاک و تولید رسوب بر خلاف برخی از روش ها نظیرFAO و BLM با کمیت بیان می گرددکه شاید این امر مهترین این روش محسوب می شود.

از مزایای دیگر روش اینست که صرفنظر از ارزیابی عوامل موثر در فرسایش خاک وضعیت فعلی فرسایش خاک در سطح حوزه آبخیز و فرسایش رودخانه ای و یا به بیان ساده تر واقعیت عینی موجود در مورد فرسایش خاک و تولید رسوب در هر آبخیز مورد ارزیابی قرار می گیرد.

از معایب بزرگ این روش، ارزیابی صحیح هر یک از فاکتورها و تعیین اولویت آنهااز لحاظ موثر بودن در تولید رسوب است. که این مهم نیز با به کار گیری تجربه علمی و عملی فراوان در زمینه شناخت عوامل موثر در فرسایش خاک ورسوب زایی، قابل مرتفع کردن می باشد.

برای کمرنگ کردن نقش تجربه و سلیقه در مدل PSIAC ، در سال ۱۹۸۲ طی تحقیقی جانسون و کمبهارت عوامل نه گانه این روش را به صورت معادلات عددی در آوردند که در مطالعه حوزه آبخیز از این معادلات استفاده می شود. مدل اصلاح شده در ایران به نامMPSIAC معروف شده است.

*دو عامل وضعیت فرسایش در سطح حوزه آبخیز و همین طور عامل فرسایش رودخانه ای و تولید رسوب در روش MPSIAC از طریق مدل BLMبدست می آیند.

۵) مدل EPM (Erosion Potential Method)

این روش با استفاده از اطلاعات پلات های فرسایشی و اندازه گیری رسوب در طول چهل سال آزمایش در کشوریوگسلاوی بدست آمده است و بوسیله آن ضمن تعیین شدت فرسایش می توان میزان حمل رسوب در رودخانه ها را براورد نمود و در رودخانه هایی که فاقد آمار هیدرومتری و رسوب سنجی هستند کاربرد مناسبی دارد.

روش EPM در دو مرحله انجام می گیرد:

۱) تعیین شدت فرسایش

۲) محاسبه رسوب حمل شده

محاسبه شدت فرسایش :

برای محاسبه شدت فرسایش در یک حوزه آبخیز، اطلاعات و نقشه های زیر مورد نیاز می باشد.

نقشه توپوگرافی و عکس های هوایی هم مقیاس

نقشه زمین شناسی و سنگ شناسی

نقشه خاکشناسی

نقشه Land use

نقشه شیب

در تعیین شدت فرسایش خاک چهار عامل ضریب فرسایش (ψ)، ضریب کارائی اراضی (Xa)، ضریب حساسیت خاک به فرسایش (Y) و شیب متوسط حوزه آبخیز (I) مورد استفاده قرار می گیرند. و نمره هر یک توسط جداولی استخراج می گردد و پس از ارزیابی چهار عامل فوق با استفاده از رابطه زیر شدت فرسایش را بدست می آوریم

$$Z = Y \cdot Xa (\psi + I^{0.5})$$

پس از محاسبه Z از جدول زیر نسبت به طبقه بندی کیفی فرسایش اقدام می شود.

طبقه بندی فرسایش	شدت فرسایش	مقادیر حد z	مقادیر متوسط z
I	خیلی شدید	Z> 1	۱/۲۵
II	شدید	۱ < Z <۰.۷۱	۰/۸۵
III	متوسط	۰/۷ > Z > ۰/۴۱	۰/۵۵
IV	کم	۰/۴ > Z > ۰/۲	۰/۳۰
v	خیلی کم	۰/۱۹ > Z	/۱۰

برای محاسبه Z علاوه بر فرمول بالا می توان از نمودار تعیین ضریب شدت فرسایش نیز استفاده کرد.

محاسبه فرسایش ویژه :

فرسایش ویژه یا مقدار فرسایش در واحد سطح در طول یک سال حوزه آبخیز از رابطه زیر بدست می آید

$$WSP = T . H . Z^{1.5}$$

WSP: مقدار فرسایش بر حسب متر مکعب در کیلومتر مربع در سال

H: متوسط بارندگی سالیانه حوزه بر حسب میلی متر

T : ضریب درجه حرارت که از رابطه $T= (t/10 + 0.1)^{0.5}$ بدست می آید که در آن t متوسط درجه حرارت سالیانه حوزه بر حسب سانتی گراد می باشد.

Z: شدت فرسایش

تعیین ضریب رسوب دهی حوزه :

معمولا مقدار رسوبی که در محل خروجی رودخانه اندازه گیری می شود از خاک فرسایش یافته در سطح حوزه آبخیز کمتر است. زیرا ممکن است مقدار زیادی از خاک فرسایش یافته در نقطه دیگری از حوزه رسوب نماید و به همین جهت لزوم تعیین ضریب رسوب دهی حوزه ضرورت دارد.

$$RU = L (P . D)^{0.5}$$

در فرمول بالا:

RU ضریب رسوب دهی حوزه آبخیز

P محیط حوزه آبخیز

L طول حوزه آبخیز به کیلومتر (منظور طویل ترین طول یا طول آبراهه اصلی است)

در فرمول بالا مقدار D از فرمول روبرو بدست می آید. $D = (D_{av} – D_O)$

D_{av} ارتفاع متوسط حوزه آبخیز

D_O ارتفاع نقطه خروجی در رودخانه

محاسبه دبی رسوب ویژه و دبی رسوب کل :

برای محاسبه دبی رسوب ویژه ؛ مقدار فرسایش ویژه را در ضریب رسوب دهی ضرب می نماییم:

$GSP = W_{SP} . RU$

G_{SP} دبی رسوب ویژه بر حسب متر مکعب در کیلومتر مربع در سال

W_{SP} مقدار فرسایش ویژه بر حسب متر مکعب در کیلومتر مربع در سال

RU ضریب رسوب دهی حوزه آبخیز(که همان SDR روش PISAC می باشد).

برای محاسبه دبی رسوب کل ؛ دبی رسوب ویژه را در مساحت کل حوزه آبخیز ضرب می نماییم

$G_S = G_{SP} . F$

G_s دبی رسوب کل حوزه بر حسب متر مکعب در سال

G_{SP} دبی رسوب ویژه بر حسب متر مکعب در سال در کیلومتر مربع

F مساحت حوزه آبخیز بر حسب کیلومتر مربع

بدیهی است که برای محاسبه دبی رسوب کل بر حسب تن در سال، می بایست G_S را در وزن مخصوص ظاهری خاک حوزه ضرب نماییم.

*مدل EPM در ایران در حوزه آبخیز الموت رود قزوین و حوزه آبخیز اوزون دره و چند حوزه دیگر بکار گرفته شده است.

*مدل EPM در حوزه هایی که متوسط درجه حرارت سالانه آنها کمتر از ۱- درجه سانتی گراد است کاربرد دارد. این روش قادر نمی باشد که وضعیت رسوب آنها را مورد ارزیابی و بررسی قرار دهد. زیرا که در فرمول

$T= (t/10 + 0.1)^{0.5}$ داخل پرانتز منفی می شود.

۶) مدل FAO

در این روش براورد میزان فرسایش خاک براساس بررسی و ارزیابی ۶ عامل موثر در فرسایش خاک و تولید رسوب در حوزه آبخیز می باشد.

رابطه بین شدت فرسایش خاک و عوامل موثر به صورت زیر می باشد :

$S = f (A, B, C, D, E, F)$

که در این فرمول :

S شدت فرسایش خاک

A حفاظت خاک

B سنگ مادر

C شیب

D ساختمان و دانه بندی خاک

E عملیات کشاورزی

F وضعیت فرسایش

فاکتور های ارایه شده در مدل فائو بسیار شبیه فاکتور های مدل PISAC می باشد. در حقیقت A: زمین شناسی سطحی، B: خاک ، C : توپوگرافی ، D : پوشش خاک ، E: نحوه استفاده از اراضی، F : وضعیت فعلی فرسایش در روش PISAC می باشد.

نهایتا هر یک از عوامل فوق بر حسب شدت و تاثیری که در فرسایش خاک ایفا می نمایند توسط کارشناس نمره گذاری می شوند. که سهم هر فاکتور در جدول زیر آمده است.

عامل	نمره مشخص کننده شدت فرسایش
زمین شناسی	۱-۱۸
خاک	۱-۱۶
توپوگرافی و شیب	۱-۱۶
پوشش خاک	۱-۲۰
استفاده از اراضی	۰-۱۵
وضعیت فعلی فرسایش	۰-۱۵
جمع کل	۴-۱۰۰

پس از نمره گذاری کلیه عوامل در واحدهای هیدرولوژیک یا واحدهای اراضی، از مجموع این نمرات شدت فرسایش خاک تعیین شده و تحت ۶ کلاس بیان می گردد. که این کلاس بندی نیز در زیر بیان شده است.

I : ۰-۸ اقداماتی که در زمان حال می شود قابل قبول است.

II: ۹-۲۰ تجدید نظر در نحوه اداره زمین به همراه مقداری عملیات اصلاحی

III:۲۱-۴۰ تجدید نظر در نحوه اداره زمین، و به عملیات اصلاحی افزوده گردد.

IV:۴۱-۶۵ تغییرات وسیع و همه جانبه در اداره اراضی، کاربرد عمومی عملیات اصلاحی و عملیات ساختمانی

V: ۶۶-۸۵ اقدامات همه جانبه در زمینه محدودیت اراضی، براورد مالکیت ها، اقدامات گسترده ساختمانی

VI: ۸۶+ محدودیت در مالکیت اراضی و حداکثر عملیات اصلاحی

*مدل فائو تا حدودی شبیه به مدل PSIAC می باشد ولی مدل PSIAC با توجه به اینکه نقش ۹ عامل را در فرسایش خاک در نظر می گیرد و همین طور می تواند توصیفی کمی و کیفی از فرسایش خاک ارایه کند.

* روش فائو فقط توصیفی کیفی از فرسایش خاک در حوزه ارایه می کندبسیار مفصل و کاربردی تر می باشد.

۷) روش فورنیه (Fournier) :

فورنیه برای براورد رسوب یک حوزه آبخیز دو روش مختلف ارایه داده است که به شرح زیر می باشد :

روش اول فورنیه برای براورد رسوب در یک حوزه آبخیز به صورت زیر است :

$$\log Q_S = 2.65 \log (P^2w/Pa) + 0.46 \log H (\tan S) - 1.56$$

در فرمول بالا

Qs رسوب ویژه بر حسب تن در کیلومتر مربع در سال

P_w میانگین بارندگی پرباران ترین ماه سال در دوره آماری مورد نظر بر حسب میلیمتر

P_a میانگین بارندگی سالانه بر حسب میلی متر در دوره آماری مورد نظر

H ارتفاع متوسط حوزه بر حسب متر

S شیب متوسط حوزه بر حسب درجه(به جای $\tan S$ می توان از درصد شیب متوسط حوزه نیز استفاده کرد)

روش دوم فورنیه برای براورد رسوب در یک حوزه به صورت زیر است :

$$\log Q_S = 2.65 \log (P_W / P_a) + 0.46 \log (H^2/ S) -1.56$$

تمامی عامل های بالا همان عوامل فرمول قبل می باشند بجز S که سطح حوزه بر حسب کیلومتر مربع می

باشد.

* روش فورنیه پتانسیل فرسایش پذیری حوزه را مد نظر قرار نمی دهد. بنابراین اگر دو منطقه از نظر عوامل مربوط به فرمول یکسان بوده ولی از نظر شرایط زمین شناسی، خاکشناسی و پوشش گیاهی متفـاوت باشـد میزان رسوب آنها یکسان براورد خواهد شد.

۸) روش مسگریو (Musgrave) :

مسگریو در سال ۱۹۴۷ با مطالعه و اندازه گیری فرسایش حاصل از ۴۰۰۰۰ رگبار را در ایالات متحد آمریکا برای براورد شدت فرسایش ورقه ای بکار برده و این مطالعات را به صورت رابطه ای به شکل زیر ارایه داده است.

$$E = I.R.S^{1.35}.L^{0.35}.P_{30}^{1.73}$$

E فرسایش خاک بر حسب ایکر اینچ

I قابلیت فرسایش پذیری خاک بر حسب اینچ

R عامل پوشش خاک

S شیب بر حسب درصد

L طول دامنه شیب دار بر حسب فوت

P_{30} ماکزیمم بارندگی ۳۰ دقیقه دو ساله بر حسب اینچ

*روش مسگریو برای براورد فرسایش ورقه ای بوده و برای انواع مختلف فرسایش قابلیت کاربردی ندارد و همین طور برای سطوح کوچک استفاده می گردد.

۹) روش دفتر مدیریت اراضی (Bureau of Land Management (BLM)

این روش که توسط سازمان مدیریت اراضی امریکا ابداع شده است، و بر اساس ارزیابی ۷ عامل به شرح زیر می باشد :

حرکت خاک (توسط آب، باد، نیروی ثقل و ...)	۰-۱۴
وجود لاشبرگ در سطح خاک	۰-۱۴
وضعیت سنگها (عمدتا از نظر توزیع درسطح)	۰-۱۴
قطعات سنگی تحکیم یافته (برجستگی ها)	۰-۱۴
وجود فرسایش شیاری	۰-۱۴
فرم آبراهه ها	۰-۱۵
وجود فرسایش خندقی	۰-۱۵

مجموع نمرات این هفت عامل (که در جلوی آنها آمده است)، امتیاز عامل سطحی خاک(S.S.F) را به دست می دهد. وضعیت فرسایش نیز برحسب جمع نمرات هفت گانه به صورت کیفی با توجه به جدول زیر بیان می شود.

وضعیت فرسایش	جمع نمرات عوامل هفت گانه
جزئی	۰-۲۰
کم	۲۱-۴۰
متوسط	۴۰-۶۰
زیاد	۶۱-۸۰
خیلی زیاد	۸۱-۱۰۰

۱۰) مدل Griffith University Erosion System Template (GUEST

در سالهای اخیر نسل جدیدی از مدلهای با پایه فیزیکی (یا به عبارت دیگر فرایندی) نظیرWEPP ، EUROSEM، GUEST برای توصیف و کمی کردن فرایندهای فرسایش توسعه یافته اند و اما مدل GUEST GUEST GUEST برای توصیف و کمی کردن فرایندهای فرسایش توسعه یافته اند. و اما مدل GUEST مطرح در زمینه فرسایش خاک می باشد طی دو دهه گذشته تکمیل شده است.

۱۱) مدلWEPP) Water Erosion Prediction Project)

این مدل در سال ۱۹۸۵ پایه گذاری شده است و یک تکنولوژی جدید پیش بینی فرسایش است که بر پایه مفاهیم اساسی اقلیمی، تئوری نفوذ، هیدرولوژیکی، فیزیک خاک، علوم گیاهی، هیدرولیک و مکانیسم های فرسایش بنا شده است. این مدل قادر است که تلفات خاک را در طول شیب و تولید رسوب را در انتهای شیب یک تپه محاسبه نماید.

۱۲)European Soil Erosion Model (EUROSEM

مدلEUROSEMمدلی فرایندی و دینامیک است که توسط مورگان و همکارانش در سال ۱۹۹۸ ارایه گردید. این مدل قادر است فرسایش ناشی از فرایندهای شیاری و بین شیاری را در هر رگبار بر روی سطوح اراضی در مقیاس مزرعه ای یا آبخیز های کوچک شبیه سازی نماید. مدل EUROSEMحجم کل رواناب، تلفات کل خاک، آب نمود و رسوب نمود و هر رخدادی را شبیه سازی می کند.

فصل چهارم

حفاظت خاک

۱-۴-حفاظت خاک

فرسایش خاک تابعی از فرسایندگی و فرسایش پذیری خاک است. فرسایندگی خاک به عوامل مختلف طبیعی چون باران(در فرسایش آبی) و باد (در فرسایش بادی) بستگی دارد که این عوامل به شرایط اقلیمی هر منطقه مربوط می شود و کیفیت و کمیت آنها از اختیار بشر خارج است.

فرسایش پذیری خاک نیز تحت تاثیر دو عامل اصلی زیر می باشد:

۱)ویژگی های ذاتی خاک و اراضی

از جمله این ویژگی ها می توان به درصد اجزای بافتی خاک (شن، سیلت و رس)، درصد ذرات درشت، شیب اراضی و کانی های سازنده خاک نام برد. هرچند امکان تغییر این عوامل تا حدی وجود دارد.

برای مثال می توان به ایجاد تراس در رابطه با کاهش طول وتندی شیب اشاره نمود.

۲) عوامل مدیریتی

این عوامل که خود تحت تاثیر مدیریت اراضی و زراعی هستند، به طورکامل در اختیار بشر می باشند.

به طور کلی عملیات حفاظت خاک به دو روش حفاظت غیر مکانیکی (غیرمستقیم) و مکانیکی (مستقیم) تقسیم می شوند.

کامل ترین تعریفی که از رواناب شده است این است که، بخشی از نزولات آسمانی که نه تبخیر شده، نه جذب گیاهان شده و نه در خاک نفوذ کرده است، بلکه در سطوح شیب دار جاری شده و توسط آبراهه های حوزه آبخیز از آن خارج می گردد. این آب را روان آب یا به طور دقیق تر آبدوی مستقیم یا سطحی می نامند. (Surface run off)

ممکن است بخشی از ابی که در خاک نفوذ کرده است در زیر لایه سطحی خاک در جهت شیب زمین حرکت کرده و از جای دیگری خارج شود. در این صورت آنرا رواناب زیر سطحی می نامند، مانند چشمه ها ،

(Subsurface flow) این آب به دلیل کندی جریان در لایه های خاک معمولا خیلی دیرتر از رواناب سطحی در سطح زمین ظاهر می شود و آنرا آبدوی غیر مستقیم یا دایمی می نامند به مجموع آبدوی مستقیم و غیر مستقیم آبدوی کل گفته می شود.

نقش عوامل موثر در تولید رواناب :

۱) نقش عوامل اقلیمی یا آب و هوایی در تولید رواناب:

عوامل آب و هوایی موثر در آبدوی عبارتند از : شکل بارندگی، شدت، مدت و دوره بازگشت بارندگی، پراکنش شدت در مدت بارش، جهت حرکت رگبار، تبخیر و تعرق و غیره

۲) نقش خصوصیات حوزه آبخیز در میزان آبدوی :

حوزه آبخیز(Watershed catchment area)سطحی از یک منطقه است که بین خط الراس های آن منطقه محدود گردیده و آبدوی حاصل از بارندگی که روی آن می بارد به نقطه واحدی به نام نقطه تمرکز هدایت می شود. اگر نقطه تمرکز در داخل حوزه قرار گرفته باشد، یعنی حوزه محیط کاملا مسدودی را تشکیل دهد، آن حوزه را بسته، و اگر نقطه تمرکز در انتهای حوزه واقع شده باشد به طوری که رواناب بتواند از حوزه خارج شود، آن را حوزه باز می نامند.

* خط القعرهای هر حوزه، آبراهه ها را تشکیل می دهند.

تعریف زمان تمرکز یا زمان تجمع : مدت زمان لازم برای رسیدن آب باران تمامی قسمت های حوزه آبخیز به نقطه خروجی است. و یا از شروع رواناب تا زمانی که دبی به مقدار ثابت خود می رسد مدتی طول می کشد که آنرا زمان تمرکز می نامند.

*دبی رواناب در زمان تمرکز است که به بیشترین مقدار خود می رسد.

عوامل موثر بر زمان تمرکز :

۱) وسعت حوزه آبخیز : هر چه حوزه آبخیز وسیع تر باشد، زمان تمرکز افزایش می یابد.

۲) توپوگرافی : هر چه توپوگرافی (شیب) زیادتر باشد، زمان تمرکز کمتر است.

۳ شکل حوزه آبخیز (رواناب)

بطور کلی شکل حوزه آبخیز در مقدار (حجم) رواناب تاثیر ندارد ولی درشدت P^K رواناب تـاثیر دارد. حـوزه های که به دایره یا مربع نزدیک باشند بدلیل اینکه زمان تمرکز آبراهه های این حوزه ها به هم نزدیک است زمانیک آب این آبراهه ها یکدفعه بهم می رسند، ایجاد جریانات طغیانی می کنند.

اما اگر حوزه کشیده و مستطیلی باشد، بدلیل آنکه زمان تمرکز آبراهه ها یکسان نیست. جریانات طغیـانی را نداریم.

روش های تعیین شکل حوزه آبخیز :

۱)روش هورتون:

$R=A/L^2$

A: مساحت حوزه آبخیز بر حسب کیلومتر مربع

L طول آبخیز بر حسب کیلومتر

هرچه مقدار R به عدد یک نزدیک باشد، شکل آبخیز مورد نظر به مربع نزدیکتر خواهد بود. بالعکس هر چه این عدد از یک کوچکتر باشد بیانگر این است که شکل آبخیز مورد مطالعه کشیده و طویل تر است.

۲) روش میلر : $S=(12/57\times A)/P2$

A مساحت و P محیط حوزه آبخیز می باشد و در این رابطه هر چه مقدارS به عدد یک نزدیکتر باشد شکل آبخیز مورد مطالعه به دایره نزدیکتر است.

۳) نسبت طول یا روش شیوم : $S=DC/L$

در این فرمول، DC قطر دایره هم سطح با حوزه آبخیز بر حسب کیلومتر و L طول آبخیز بر حسب کیلومتر است

۴) ضریب گردی یا ضریب گراولیوس :

ضریب گردی عبارت است از نسبت محیط حوزه به محیط دایره ای که مساحت آن برابر مساحت حوزه باشد. و فرمول آن به صورت زیر است.

$$C = (0.28 \times P) / \sqrt{A}$$

P محیط حوزه آبخیز بر حسب کیلومتر و A مساحت حوزه بر حسب کیلومتر مربع می باشد.

در این فرمول : اگر حوزه آبخیز به شکل دایره باشد، ضریب C برابر یک خواهد بود و در غیر این صورت ضریب بزرگتر یک خواهد بود. هر چه این شاخص از یک بیشتر باشد، شکل حوزه آبخیز کشیده تر خواهد بود.

روش های محاسبه زمان تمرکز :

۱) روش ویلیامز : در این رابطه که به نوعی دقیق ترین روش نیز می باشد، زمان تمرکز یک حوزه آبخیز بر اساس خصوصیات فیزیکی آن بوسیله رابطه زیر بیان می شود.

$$T_C = (L / (1.5 \times D)) \times \sqrt[5]{(M^2 / F}$$

در این فرمول :

T_C زمان تمرکز بر حسب ساعت

L طول آبراهه اصلی بر حسب کیلومتر

D قطر دایره معادل سطح حوزه آبخیز بر حسب کیلومتر

Mمساحت حوزه آبخیز بر حسب کیلومتر مربع

Fشیب متوسط آبراهه اصلی بر حسب متر در ۱۰۰ متر

۲) روش کرپیچ : (روش تجربی)

$$T_C = 0.02\ L0.77 \times S^{-0.385}$$

در این فرمول :

T_C: زمان تمرکز بر حسب دقیقه

Lطول آبراهه اصلی بر حسب متر

Sشیب بر حسب متر در متر

در این فرمول، شیب از تقسیم اختلاف ارتفاع بین بالاترین و پایین ترین نقطه در حوزه آبخیز بر طول آبراهه اصلی بدست می آید.

روش های محاسبه رواناب :

۱)روش منطقی یا استدلالی Rational method

این روش به عنوان یک روش تجربی، ساده ترین روشی است که برای تخمین حداکثر دبی جریان رواناب

(P^K)ارتفاع آبدوی بکار می رود. این روش بدلیل برآورد شدت رواناب می تواند برای محاسبه ابعاد دهانه پل ها نیز استفاده شود. فرمول به شکل زیر است

$$Q = CIA / 360$$

در این فرمول:

Q دبی رواناب بر حسب متر مکعب در ثانیه

C ضریب رواناب

I شدت بارندگی بر حسب میلی متر در ساعت که زمان تداوم آن معادل زمان تمرکز حوزه یا بیشتر از آن است.

A سطح آبخیز بر حسب هکتار

این فرمول به صورت زیر ارائه می شود.

$$Q = 0.278\ CIA$$

که در آن:

Q دبی بر حسب مترمکعب در ثانیه

Cضریب رواناب

I شدت بارندگی بر حسب میلی متر در ساعت که زمان تداوم آن معادل زمان تمرکز حوزه یا بیشتر از آن است.

A سطح آبخیز بر حسب کیلومتر مربع

برای محاسبه سطح آبخیز باید مساحت آنرا روی نقشه یا عکس های هوایی تعیین کنیم

برای تعیینI یا شدت حداکثر بارندگی ابتدا زمان تجمع را تعیین می کنیم و سپس این زمان بدست آمده را به عنوان مدت بارندگی در نظر گرفته و از روی منحنی موجود بین شدت و مدت بارندگی در دوره بازگشت مورد نظر، مقدار شدت را برای آن زمان به دست می آوریم.

ضریب جریان عبارت است از : ارتفاع آب جاری شده (حجم آب خارج شده) به ارتفاع بارندگی متوسط حوزه

(حجم باران باریده شده).

۲) روش شماره منحنی رواناب(C.N):

این روش در حوزه های آبخیزی که ایستگاه سینوپتیک به منظور تعیین شدت بارندگی ندارند، مورد استفاده قرار می گیرد. در این روش با بررسی خصوصیاتی از حوزه آبخیز، به عددی می رسیم که نماینده تولید رواناب در آن حوزه است. این عدد بین ۱۰۰-۰متغیر بوده و هر چه به ۱۰۰ نزدیکتر شود توانایی آن حوزه برای تولید رواناب بیشتر می شود و هر چه از ۱۰۰ دورتر شود توانایی آن حوزه برای تولید رواناب کمتر است.

*با بدست آوردن شماره منحنی رواناب(CN) می توانیم عمق یا ارتفاع رواناب، حجم رواناب و شدت رواناب را محاسبه نمائید. (در روش استدلالی ما شدت رواناب را بدست می آوردیم)

خصوصیاتی از حوزه آبخیز در روش شماره منحنی رواناب

۱) گروه های هیدرولوژیکی خاک :

خاکها را بر اساس اینکه چه پتانسیلی برای تولید رواناب داشته باشند به چهار گروه زیر تقسیم می کنند.

گروهA : خاکهای هستند با توانایی تولید رواناب کم و نفوذ پذیری زیاد(نفوذ پذیری بیش از۷/۶ Cm/hr و اغلب بیش از Cm/hr ۱۸) و دارای بافت سبک، شنی و عمیق می باشند.

گروه B : خاکهای هستند با پتانسیل تولید رواناب متوسط و بافت نسبتا ریز و دارای عمق نسبتا عمیق تا عمیق می باشد. این خاکها دارای نفوذپذیری بین۳/۷-۲۵/۶ Cm/hr می باشند.

گروه C : خاکهای که رواناب نسبتا زیادی تولید می کنند و بافت آنها نسبتا سنگین تا سنگین است. در بعضی از این خاکها لایه غیر قابل نفوذ وجود دارد. و نفوذ پذیری این گروه از خاکها بین ۱/۳-۳/۲۵ Cm/hr می باشد.

گروه D : پتانسیل تولید رواناب در این خاکها زیاد است و دارای بافت خیلی سنگینی می باشند. این گروه از خاکها، نفوذپذیری کمتر ازCm/hr ۱/۳ داشته و در شرایط زیر دیده می شوند:

الف) خاکهای رسی با ظرفیت انبساط پذیری زیاد

ب) خاکهای که سفره آب زیر زمینی بطور دایم در آنها بالا است.

پ) خاکهای که در آنها لایه Clay layer یا Clay panنزدیک به سطح است.

ت) خاکهای کم عمق بر روی مواد غیر قابل نفوذ (مارن ، شیست)

۲) وضعیت رطوبتی خاک

۳) نوع عملیات اصلاحی

۴) نوع استفاده از خاک

۵) وضعیت کاربری

۳) محاسبه رواناب با معادلهSCS

این معادله توسط در سال۷ ۱۹۴ ارائه شد.

$$1)Q = (P - I_a)2 / (P - I_a) + S$$

Q عمق رواناب بر حسب اینچ

P مقدار بارندگی بر حسب اینچ

I_a جذب اولیه

S امکان بالقوه خاک برای نگهداری اب بر حسب اینچ

بر اساس تحقیقاتی که انجام گرفت، فرمول ساده شد و نتایج زیر بدست آمد.

2)$I_a = 0.2\ S$

3) $Q = (P - 0.2\ S)^2 / (P - 0.8\ S)$

4) $S = (100 / C.N) - 10$

5) $C.N = 1000 / (10 + S)$

در اینجا اگر S برابر صفر شود (یعنی هیچ آبی نگهداری نمی شود (آسفالت)) در این حالت C.N برابر با صد می شود. همه همه آن رواناب است.

اگر در تپه های شنی S برابر ∞ باشد در فرمول ۵، C.N برابر صفر می شود.

اگر عمق رواناب Q را ضرب در سطح حوزه کنیم، حجم بدست می آید.

۴) محاسبه رواناب به روش کوک :

این روش برای محاسبه رواناب، روش دقیقی نیست و تنها به براورد چهار فاکتور نیاز دارد. که عبارتند از :

۱) نفوذپذیری

۲) ذخایر سطحی

۳) پوشش گیاهی

۴) پستی و بلندی

انواع روش های مبارزه با فرسایش :

۱) مبارزه غیر مستقیم یا بیولوژیکی :

در این روش ما روی شیب تغییر آنچنانی ایجاد نمی کنیم بلکه با احیاء پوشش گیاهی با فرسایش مبارزه می

کنیم. مثل

۱- احیاء پوشش گیاهی با بذر پاشی، نهالکاری و جنگل کاری طبیعی یا مصنوعی

۲- قرق؛ البته قرق کوتاه مدت

۳- ورود به موقع دام به مراتع و خروج به موقع آنها

۴- تبدیل اراضی دیم کو بازده به علوفه های چند ساله

۵- استفاده از رواناب سطحی در جهت تولید و احیاء پوشش گیاهی، مثلMicro catchment

۶- استفاده از اراضی بر حسب استعداد آنها

۷- جلوگیری از اعمال عملیات مضر کشاورزی و انجام کشت صحیح به طریق کنتور بندی و کشت نواری

- ✓ نوع کشت در روش مبارزه غیر مستقیم با فرسایش

۱) کشت کنتوری :

کشت بر روی خطوط منحنی میزان می باشد. و به دو طریق انجام می گیرد:

۱-۱-کن تورلاین Contour Line:

شامل:

۱- تعیین موقعیت خط کن تور یا خط راهنما

۲- شخم کن تور

۳- کشت بر روی خطوط کن تور

*این مدل کشت بهترین جواب را در شیب۸-۳ ٪ و در شرایط بارندگی کم می دهد.

۱-۲- کن تور بانک Contour bank :

در این روش کشت به جای خط راهنما ما یک پشته۴۰ -۳۰ Cm داریم و خاکریزی می کنیم که این نیز بر روی خطوط میزان منحنی است. کنتور بانک در شیب های ۱۵-۸ درصد ودر شرایط بارندگی شدید در شیب های کمتر از ۸ درصد نیز اجرا می شود و علاوه بر اراضی کشاورزی در مراتع نیز می توان آنرا اجرا کرد.(البته با سیب ۱۵ ٪).

کف کن تور بانک را دو جور طراحی می کنند. یا افقی و یا شیب دار ؛ افقی وقتی است که شدت بارندگی زیاد نباشد و نفوذپذیری نیز خوب باشد. و در صورتی که بارندگی منطقه زیاد و نفوذپذیری خاک خوب نباشد کف کن تور بانک را شیب دار می سازند تا آبراهه ها را منتقل کند.

* کن تور بانک ها می توانند باعث آبدار شدن سفره آب زیر زمینی و قنوات شوند.

۲)کشت نواریStrip cropping :

این روش عبارت است از یک سری نوار یکدرمیان گیاهی، عمود بر جهت شیب زمین.

انواع کشت نواری

۱)کشت نواری کن توری(Contour strip cropping)

مثل حالت کن توری (کن تور لاین و کن تور بانک)، منتها به جای اینکه روی خطوط میزان یک گیاه بکاریم روی هر نوار یک گیاه می کاریم.

۲- کشت نواری مزرعه(Field strip cropping)

گاها منطقه کاری ما ممکن است به طریقی باشد که شیب نامنظمی داشته باشد که نتوان کشت روی خطوط میزان انجام داد در این شرایط از کشت نواری مزرعه استفاده می کنیم. در این روش ما روی خطوط

منحنی میزان کشت انجام نمی دهیم ولی عمود بر شیب کشت انجام می شود.

۳- کشت نواری بادی(Field strip cropping)

در مناطقی که بادهای فصلی با شدت زیاد وجود دارد ما درختانی را به عنوان بادشک به صورت نواری درمقابل جهت باد می کاریم که این بادشکن ها سرعت حد آستانه فرسایش را پایین می آورند. و در مناطقی که جهت باد غالب در فطول مختلف سال تغییر می کند از بادشکن های شطرنجی استفاده می شود.

۲) مبارزه مستقیم یا مکانیکی :

در این روش مبارزه، مستقیما روی شیب تغییرات (تراس، بانکت) ایجاد می کنیم. تا این تغییرات نهایتا منجر شود به این که، اولا سرعت رواناب به حد آستانه فرسایش نرسد. ثانیا تمام یا قسمتی از آب در زمین نفوذ کند. و ثالثا اینکه آبهای اضافی به مجرای خروجی مطمئنی هدایت شوند.

تغییرات روی اراضی شیب دار در تمامی منابع آمریکایی بنام تراس مشهور است و در بعضی منابع مثل فرانسوی ها، بعضی از تغییرات را تراس و بعضی از تغییرات را بانکت می نامند. که ما در آبخیزداری با اروپایی ها هماهنگ هستیم.

تراس بندی(Terracing)

عبارت است از خاکبرداری و خاکریزی بر روی سطح شیب دار به نحوی که پس از اجرا، سطح شیب دار به صورت تراس در آمده باشد. در یک سطح شیب دار تراس ها مانع این می شوند که سرعت رواناب به حد آستانه فرسایش برسد.

ایرادات تراس بندی :

۱- هزینه زیاد خاکبرداری و خاکریزی (در واقع، نداشتن توجیه اقتصادی)

۲- محدود بودن موارد استفاده از تراس (بیشتر برای کشاورزی استفاده می شود)

۳- محدود بودن استفاده در شیب (حداکثر تا شیب ۲۵ درصد)

۴- اختلاط خاک سطح الارض و زیرین

۵- امکان لغزش خاک در موارد خاص

انواع تراس ها :

۱) تراس معمولی : در جاهای که شیب کم است (۲۰ ٪ و نهایتا ۲۵ ٪) اجرا شده و چون شیب کم است نتیجتاً عرض این تراس ها زیاد شده و از آنها می توان برای کشاورزی استفاده کرد.

۲) تراس سکوی یا پله ای(Bench terrace): این نوع تراس ها را در شیب های تند حتی تا ۵۰ ٪ می توان اجرا کرد. به علت اینکه شیب زیاد است عرض تراس کم می شود این نوع تراس ها برای کشاورزی مناسب نیستند و بیشتر برای نهال کاری و احداث باغ استفاده می شوند.

انواع تراس های سکوی یا پله ای :

سکوی یا پله ای انواع مختلفی دارند که عبارتند از :

۱) تراس های پله ای افقی : این تراس ها شیب ندارند و اجازه نفوذ آب را می دهند.

۲) تراس های پله ای با شیب به طرف دره : این تراس ها در شرایطی که بارندگی و رواناب در منطقه زیاد باشد و در لایه زیرین تپه، لایه غیر قابل نفوذ وجود داشته باشد استفاده می شود.

۳) تراس های پله ای با شیب به طرف کوه یا تپه : در مناطقی که آب کم است و می خواهیم همه آب در زمین نفوذ کند از این تراس ها استفاده می شود.

۴) تراس های پله ای آبیاری : بیشتر برای انتقال آب استفاده می شوند

اشکال تراس ها : تراس ها به دو شکل طراحی می شوند.

الف) تراس قایم با دیواره محافظ : جاهای که ارزش زمین بالا و خطر استحکام پایین است این نوع تراس ها استفاده می شود. البته اجرای آنها هزینه بالای نیز دارد.

ب) تراس های مایل : در جاهای که ارزش زمین کم و استحکام خاک زیاد است از این تراس ها استفاده می شود.

محاسبه فاصله عمودی و افقی بین تراس ها :

محاسبه فاصله عمودی بین تراس ها(Vertical Interval)

برای محاسبه فاصله عمودی از فرمولی که SCS توصیه کرده استفاده می شود.

$$V.I = 0.3 (X.S +Y)$$

VI فاصله عمودی دو تراس بر حسب متر

X عدد متغیری است که ۰.۴ برای تراس های شیب دار و ۰.۸ برای تراس های افقی بدون شیب در نظر می گیرند.

S شیب زمین (متر در یکصدمتر)

Y فاکتور متغیری است که از یک تا چهار بستگی به خصوصیات فرسایش پذیری خاک، پوشش گیاهی و نفوذپذیری در تغییر است.

Y=1 برای خاکهای که نفوذپذیری کمتر از حد متوسط داشته و همین طور دارای پوشش گیاهی کمی در سطح خود قرار می گیرند. و جزء گروههای هیدروکوژیکی D و C می باشند لحاظ می شود.

Y=2/5 برای خاکهای که در حد متوسط نفوذپذیری بوده و پوشش گیاهی آنها نیز متوسط بوده و جزء گروههای هیدرولوژیکیB می باشند. استفاده می شود.

Y=4 برای خاکهای بالاتر از حد متوسط نفوذپذیری و پوشش گیاهی خوب و خاکهای که جزء گروه A هیدرولوژیکی می باشند. مقدار ۴ لحاظ می شود.

محاسبه فاصله افقی بین تراس ها :

برای محاسبه این فرمول (با توجه به شکل) از فرمول شیب استفاده می شود.

(tg α = S = (V.I / H.I

(H.I = (V.I / S

H.I فاصله افقی تراس ها بر حسب متر

S شیب (متر در متر)

بانکت(Banquette)

بانکت کلمه ای است فرانسوی که انگلیسی ها به آن Contour Trenche می گویند.

معمولا بانکت ها در شیب های تند و در اراضی مرتعی به منظور کاهش سرعت رواناب و نفـوذ آب در داخـل خاک وکمک به احیاء پوشش گیاهی و حتی ایجاد جنگل های مصـنوعی و مجـاری انتقـال آب توصـیه مـی شود. بانکت هزینه کمتری نسبت به تراس دارد و از نظر اجرا نیز متفاوت است. بانکت ها مثل کن تور بانـک از بالا به پایین احداث می شوند.

در تراس ها در تمام سطح شیب دار خاکبرداری و خاکریزی صورت می گیرد ولی در بانکت ها ما در مناطقی خاصی از شیب خاکریزی و خاکبرداری داریم.

بانکت ها به دو طریق اجرا می شوند.

الف) بانکت های جذبی یا افقی : این نوع بانکت ها در شرایطی نفوذپذیری خـاک خـوب و شـدت بـارش در منطقه کم باشد. اجرا می شوند.

ب) بانکت های انحرافی یا شیب دار : این بانکت ها در شرایطی که نفوذپذیری خاک منطقه کم و شدت بارندگی زیاد باشد. اجرا می شوند.

انواع بانکت ها:

- بانکت از نوعGradin یا تراس آبراهه ای با نیمرخV شکل

این نوع از بانکت ها حتما جذبی می باشند و غالبا در شیب های تند ۶۰-۵۰ درصد طراحی می شوند. سطح مقطع این نوع از بانکت ها V شکل بوده و در کف بانکت ها درختی کاشته نمی شـود و فقـط در محـدوده خاکبرداری و خاکریزی شده می توان درختکاری کرد.

*بانکت های آبراهه ای برای احداث باغ در شیب های تند استفاده می شوند.

- بانکت با مقطع ذوزنقه ای یا تراس با نیمرخ نرمال یا Contour trenches

این نوع بانکت ها که هم جذبی و هم انحرافی آن طراحی می شود. در اکثر حوزه های کشور دیده می شود.

- بانکت غلاتForming terrace

این نوع بانکت ها حداکثر تا شیب ۲۰ ٪ ولی اغلب تا شیب ۱۸ ٪ طراحی و اجرا می شوند. بانکت غلات به سه دسته زیر تقسیم می شود.

۱- بانکت غلات با انحنای ساده یا تراس با شیب تند :

این نوع بانکت ها تا شیب ۲۰-۱۲ ٪ استفاده می شوند. و قسمت زیر کشت برده شده آنها ۶ الی ۱۲ متر می باشد و ۹۵ درصد سطح بانکت زیر کشت می رود. این نوع بانکت ها برای کشت غلات طراحی شده و جذبی می باشند.

۲) بانکت با انحنای دوگانه یا تراس پای پهن یا تراس مانگوم :

این نوع بانکت ها در شیب های ۱۲-۶ درصد استفاده شده و حجم خاکبرداری در آنها مساوی خاکریزی است. و سطح زیر کشت رفته در این نوع بانکت ها ۱۲ الی ۱۵ متر می باشد. این بانکت نیز جذبی است.

۳) بانکت با انحنای سه گانه یا تراس آبراهه ای مسطح :

این نوع بانکت در شیب های کمتر از ۶ ٪ اجرا می شود و ۱۵ متر را می توانیم زیر کشت ببریم.

محاسبه فاصله عمودی بین بانکت ها :

۱)محاسبه فاصله عمودی بین بانکت ها با استفاده از فر مول ساکاردی

$$H = [\ P\ (260 \pm 10\ )\ ]^{1/3}$$

$$H^3 / P = 260 \pm 10$$

در این فرمول :

H فاصله عمودی بین دو بانکت بر حسب متر

P شیب تپه یا دامنه برحسب متر در متر (فرمول ساکاردی تا شیب ۲۵ ٪ براوردی صحیح دارد و برای شیب های بیش از ۲۵ ٪ از فرمولH^2 / P= ۶۴استفاده می شود.

۲۶۰ عدد ثابتی است که بین ۲۷۰-۲۵۰ تغییر می کند. در شرایط مناسب + و در شرایط نامناسب – یا ۲۵۰ را در نظر می گیریم.

*هر چه شیب بیشتر شود بانکت ها بهم نزدیکتر می شوند و یا با افزایش شیب در بانکت ها، فاصله عمودی افزایش و فاصله افقی کاهش می یابد.

برای محاسبه فاصله افقی بین بانکت ها نیز مثال تراس ها از فرمول شیب استفاده می کنیم.

۲) محاسبه فاصله عمودی بین بانکت ها با استفاده از فرمول رامسر :

این فرمول را بیشتر امریکایی ها استفاده می کنند. $H = (\alpha p + b) \times 0.305$

H فاصله عمودی بین بانکت ها بر حسب متر

P درصد شیب زمین

αعامل بارندگی، که برای مناطق کم باران ۰.۶ و برای مناطق پر باران ۰.۳ در نظر گرفته می شود.

bعامل خاک و پوشش گیاهی از ۱ تا ۲ بر حسب فرسایش پذیری خاک تغییر می کندو ۱ برای خاک های فرسایش پذیر و ۲ برای خاک های مقاوم به فرسایش

۳) محاسبه فاصله عمودی بین بانکت ها با استفاده از فرمول ایرانی :

$H^2 / P = 50 (L_1 / L_2)$

Hفاصله عمودی بین دو بانکت بر حسب متر

Pشیب دامنه بر حسب متر در متر

L_1 شدت بارندگی، که ۳ mm/min در نظر می گیرند.

L2 شدت بارندگی در منطقه مورد مطالعه

*شدت های که ایجاد تخریب در حوزه آبخیز می کنند را برابر ۱/۵ mm/min در نظر می گیرند و فرمول به صورت زیر در می آید.

$H^2 / P = 50 (3/1.5) \longrightarrow H^2 / P = 100$

از ایراداتی که بر این فرمول وارد است اینکه، در این فرمول نقش خاک و پوشش گیاهی نادیده گرفته شده و شرایط آب و هوایی در اهمیت قرار دارد.

- **مبارزه با فرسایش خندقی**

فرسایش گالی مرحله پیشرفته تری از فرسایش ورقه ای و شیاری محسوب می شود. به طور کلی دو روش مبارزه با فرسایش خندقی وجود دارد:

۱)مبارزه بیولوژیکی

در این روش با توجه به منطقه و شرایط آب و هوایی ، گونه های گیاهی مناسب کاشته می شوند. توصیه می شود از گیاهان چندساله بومی منطقه که ارزش اقتصادی و حفاظتی دارند استفاده شود.

*کشت گیاهان روی دیواره خندق بسیار دشوارتر از کف آن می باشد. چرا که شیب دیواره ها خیلی تند است و خاک ها بی ثبات و فرسایش پذیر می باشد.

* در دیواره خندق از گیاهانی مانند اقاقیا، سنجد، زبان گنجشگ و ارغوان استفاده می شود.

برای کنترل از طریق پوشش گیاهی راهکارهای زیر ضروری است:

- شیب دادن دیواره گالی
- بذرپاشی و نهال کاری در کف و دیواره های گالی
- تثبیت دیواره های گالی از طریق هیدرومالچ(مخلوطی از بذر، کود و آب)

۲)مبارزه مهندسی

در این شیوه با احداث تاسیسات ساختمانی و مهندسی ، بستر و دیواره های خندق کنترل می شود. بهتر ابتدا با احداث یک کانال انحرافی روان آب حاصل از حوزه آبخیز گالی به یک مسیر مطمئن هدایت شود.

*یکی از معمول ترین راهکارهای مهندسی در مبارزه با فرسایش گالی، ایجاد بند است.

انواع بند

بندهای موقتی

در مواقعی که شرایط مناسب برای رشد ونمو گیاه وجود ندارد و یا منطقه ای از خاک مناسب برخودار نباشد می توان از بندهای موقتی استفاده نمود. به طور معمول بندهای موقتی از مواد موجود در منطقه (شاخه

های درختان، چوب، سنگ و خاک و ...) ساخته می شوند. این بندها اغلب متخلخل مـی باشـند و تنهـا بـه منظور کند کردن سرعت جریان آب ودرنتیجه افزایش رسوب گذاری مواد ایجاد می گـردد. اگـر در سـاخت بندهای موقتی از مصالح ساختمانی استفاده می شود در این صورت متخلخل نمی باشند و بار وارد شـده بـه بند در اثر فشار آب زیاد خواهد بود . برحسب مواد بکار رفته در آن بندها به انواع زیر تقسیم می شوند:

۱.بندهای چپری

این بندها برای آبراهه های کوچک کاربرد دارند که سطح حوزه بالادست آن کم باشد به عبارتی در مـواردی استفاده می شود که طول آبراهه یا کانال خندق کمتر از ۱۰۰ متر و مساحت حوزه بالادست بند کمتر از یک هکتار باشد. جنس مصالح آن به گونه ای است که امکان فرو رفتن پایه های چوبی در زمین وجود دارد.

۲.بندهای چوبی

این بندها از پایه های چوبی و الوارهایی که بین پایه ها قرار می گیرند ساخته می شـوند. بـه طـور معمـول بندهای چوبی برای آبراهه ها و خندق هایی به کار می روند که طول آنها کمتـر از ۱۰۰و سـطح حـوزه بـالا دست کمتر از دو هکتار است. از طرفی جنس بستر این بندها باید امکان فرو رفتن پایه های چوبی را داشته باشد البته استحکام این بندها را می توان با پیچ کردن چند تخته افقی به پشت تیرهای عمودی افزایش داد.

۳. بندهای خشکه چین

یکی از معمولی ترین بندهای اصلاحی است که برای آبراهه ها و خندق های کوچک با مساحت حوزه آبخیز کمتر از چهار هکتار وشیب آبراهه کمتر از ۲۰ درصد ساخته می شوند. بنـدهای خشـکه چـین را بـا مقطـع ذوزنقه می سازند و حداکثر ارتفاع این بندها از محل پی دومتر می باشد. شیب شیروانی پـایین دسـت ایـن بندها حدود ۱۵ تا ۲۰ درصد لحاظ می شود.

۴.بندهای سنگ چین ملات دار

این بندها با سنگ و ملات ساخته می شوند و به طور معمول برای مهار سیل و یا ایجاد یک نقطه ثابت و مستحکم در کانال خندق ساخته می شوند. این بندها در خندق هایی با طول کمتر از ۱۰۰۰متر و سطح حوزه کمتر از ۲۰ هکتار کاربرد دارند. از آنجا که هزینه احداث این بندها زیاد می باشد به تعداد کم ساخته می شوند.ارتفاع آنها حداکثر شش متر می باشد. بستر محل احداث آنها باید مقاومت کافی در مقابل نشست و لغزش را داشته باشد.

۵.بندهای گابیونی

این بندها به عنوان سازه های کاهش شیب با هدف مهار رسوب کاربرد دارند. منظور از گابیون، جعبه ویا سبدهایی به شکل مکعب مستطیل است که از تور سیمی به قطر سه تا چهار میلی متر ساخته می شوند. ابعاد این جعبه های توری ۲ × ۰/۷۵ متر و ضخامت آنها ۰/۵ متر است. برای ساخت گابیون از سیم های گالوانیزه استفاده می شود که دلیل آن افزایش دوام در برابر زنگ زدگی می باشد. در قسمت بالای گابیون یک درب گذاشته می شود که به دلیل تعبیه یک سری لولا، قابلیت باز و بسته شدن دارد. برای ساختن بندهای گابیونی ابتدا هریک از گابیونها را در عرض سد قرار می دهندو از قطعات سنگ پر می کنند و سپس درب آنها را می بندد و با سیم محکم می کنند.

بندهای دائمی

این بندها در خندق های بزرگ ایجاد می شوند و برای ساخت آنها از مصالح ساختمانی و سیمان استفاده می شود . به دو شکل وجود دارند: مستقیم و قوسی شکل

بندهای مستقیم به صورت یک دیوار نازک مستقیم در عرض خندق ساخته می شوند . در این بندها برای کاهش فشار آب وارد شده به بند، سوراخهایی در بدنه بند تعبیه می کنند.

بندهای قوسی شکل به صورت یک دیواره نازک قوسی در عرض خندق ساخته می شوند. در این بندها انحنای قوس به طرف سراب می باشد. از آنجا که قسمت اعظم فشار آب وارد شده به بند به طور مستقیم به

دیواره ها منتقل می شود بنابراین بندهای قوسی شکل را اغلب در خندق هایی می سازند که دارای دیوارهای محکمی باشند.

*در حجم مصالح یکسان استحکام بندهای قوسی شکل چند برابر بیشتر از استحکام بندهای مستقیم است.

فرسایش کنار رودخانه‌ای یا بالا رونده

این نوع فرسایش به طور دائمی در نهرها و رودخانه ها وجود دارد، در حالی که فرسایش های دیگر در اثر بارندگی در همان زمان یا کمی پس از آن ایجاد می شوند و فعال هستند. فرسایش کنار رودخانه‌ای در دیواره نهرها و رودخانه ها انجام می شود و موجب ساییدگی و تخریب دیواره ها می‌گردد. عمدتا فرسایش در قسمت هایی از خمیدگی ها که در تماس با آب است بیشترین تخریب را موجب می شود چون نیروی برشی زیادی در این مناطق وجود دارد.

* فرسایش کنار رودخانه‌ای نسبت به سایر فرسایش ها سطح کمتری از حوضه آبخیز را فرسایش می‌دهد.

عوامل موثر در فرسایش کنار رودخانه‌ای:

۱-انرژی آب یا سرعت جریان آب که هرچه بیشتر شود فرسایش بیشتری را باعث می‌شود.

۲-در اثر تر و خشک شدن و ذوب و انجماد متوالی دیواره ها ترک برداشته و توسط جریان آب منتقل می‌شوند. مواد انتقال یافته در مناطقی که سرعت آب کم می‌شود رسوب می‌کنند که گاهی این رسوبات تشکیل جزایری را در وسط رودخانه می‌دهند.

۳-در مناطق سردسیر قطعات یخ که توسط آب جابجا می‌شوند به دیواره ها برخورد کرده و موجب فرسایش آنها می‌گردند.

۴-از عوامل مهم دیگر مقدار بار رسوب است که اگر اراضی بالادست کنترل شده باشند و مواد کمتری وارد رودخانه شود، کناره ها فرسایش می‌یابند.

*آبی که در حد ظرفیت گل آلود است نسبت به آبی که کمتر از ظرفیت خود رسوب دارد کمتر موجب فرسایش می‌شود.

به عنوان مثال با ساختن سد سوان چون آب پایین دست صاف شده بود فرسایش تشدید شد. فرسایش کنار رودخانه‌ای باعث از بین رفتن اراضی می‌شود که البته در قسمت دیگر زمین- های جدیدی ایجاد می‌کنند که معمولا کیفیت و حاصلخیزی زمین از بین رفته را ندارند.

از راه های مهم کنترل فرسایش کنار رودخانه‌ای:

حفظ پوشش گیاهی اطراف رودخانه به صورت دست نخورده یا اینکه پوشش گیاهی ایجاد می‌شود. در مواقع طغیان آب رودخانه پوشش گیاهی مانع از شسته شدن کنار رودخانه می‌شود.

روش دیگر استقرار اپی یا آب شکن است که آن را عمود بر دیواره رودخانه می‌سازند. شدت فرسایش کنار رودخانه‌ای به جنس آبرفتی که رودخانه در آن جریان دارد و مقاومت و پوشش دیواره بستگی دارد.

کنترل فرسایش کنار رودخانه‌ای

فرسایش کنار رودخانه‌ای معمولا از نظر وسعت تخریبی اهمیتی ندارد و اهمیت آن از این نظر است که زمین تحت فرسایش از بین می رود در مجموع خساراتی که در اثر این نوع فرسایش ایجاد می‌شود شامل از بین بردن زمین های کنار رودخانه و کاهش سطح زیرکشت، خسارت به جاده های کنار رودخانه و پر شدن سدها و مخازن می‌باشد.

مزایای اجرای پوشش کانال‌ها

عامل اصلی فرسایش کنار رودخانه‌ای تماس مستقیم جریان آب با دیواره‌ها و شسته شدن پای دیواره ها است، پای دیواره- ها هنگامی شسته می‌شود که نیروی برشی آب جاری بیش از مقاومت خاک دیواره‌ها باشد. به منظور جلوگیری از فرسایش کنار رودخانه‌ای باید نیروی برشی آب را کاهش داد و یا مقاومت دیواره ها را در برابر نیروی برشی افزایش داد که در عمل هر دو باهم انجام می‌شوند.

اساس مبارزه با فرسایش کنار رودخانه‌ای:

-کم کردن سرعت آب به منظور کاهش قدرت تخریبی آن: که از آب شکن‌های نفوذپذیر استفاده می‌شود.

-جلوگیری از پیچ خوردگی و سینوسی شدن مسیر آب: به این منظور از اپی یا آبشکن ساخته می‌شود.

-حفظ کناره ها و بستر از فرسایش با افزودن مقاومت آن: دیواره سازی می‌شود.

برای کنترل جریان آب در یک رودخانه به دو روش عمل می‌شود:

۱-کاهش نیروی برشی آب: در جایی که آب به نقاط حساس برخورد می‌کند سرعت جریان آب را کاهش می‌دهد تا قادر به فرسودن نباشد و یا فرسایش کمی ایجاد کند.

۲-آب را به نقاطی که دور از نقاط حساس رودخانه باشد منحرف می‌کنند.

در هردو روش از آبشکن یا اپی زائده استفاده می‌شود. برای کاهش سرعت آبی که به دیواره ها برخورد می‌کند از آبشکن های نفوذپذیر و متخلخل مانند تیرهای چوبی استفاده می‌شود که مثل اسکله در داخل آب پیش می‌روند. در حالی که برای دور کردن آب از دیواره -های حساس آبراهه از آبشکن‌های نیمه‌تراوا یا ناتراوا (غیر متخلخل) استفاده می‌کنند که از سیمان، مصالح ساختمانی و گابیون ساخته می‌شوند. اپی- های متخلخل سرعت آب را کاهش می‌دهند ولی در هدایت آب به قسمت مرکزی رودخانه نقشی ندارند در حالی که اپ ی-های متخلخل موجب هدایت آب به مرکز رودخانه می‌شوند.آبشکن- ها را نسبت به دیواره رودخانه -ها زاویه دار می‌سازند که بر حسب این زاویه به سه نوع آب شکن برگردان، معمولی و بازدارنده تقسیم می‌شوند.

زاویه آب‌شکن برگردان با دیواره در طرف جهت جریان آب منفجره است که موجب انحراف جهت جریان از دیواره حساس به فرسایش به وسط رودخانه می‌شود. آب‌شکن معمولی عمود بر دیواره رودخانه ساخته می‌شود و سرعت آب را کاهش می‌دهد و در آب‌شکن باز دارنده زاویه آب شکن با دیواره نهر در طرف جهت

جریان حاده می‌باشد که باعث رسوب مواد منتقله در زاویه بین آب شکن و دیواره نهر می‌شود و کاهش سرعت آب را بهتر تأمین می‌کند.

مصالحی که برای ساخت اپی بکار می‌رود بر حسب هدف ایجاد آن متفاوت است. اگر به منظور حمایت جاده ساخته شود از مصالح ساختمانی استفاده می‌گردد که دوام زیادی داشته باشند ولی اگر حمایت اراضی مزروعی مورد نظر باشد از گابیون استفاده می‌گردد که انعطاف پذیر و ارزان بوده و به مهارت خاصی نیاز ندارد.

حفاظت کناره های رودخانه

به منظور حمایت کناره رودخانه ها از دو راه پوشش کناره ها و ایجاد دیواره های طولی موازی با جهت جریان استفاده می‌شود.

پوشش کناره ها: دیواره رودخانه را با مواد مختلف می‌پوشانند تا جریان آب مستقیما با دیواره تماس نداشته و آن را فرسوده نکند. در شرایطی که شیب دیواره تند باشد قبل از اقدام هر نوع پوششی باید شیب آن را کم کرد. پوشش هایی که به این منظور استفاده می‌شوند شامل : پوشش گیاهان، شاخ و برگ خشک درختان، حصیر، قطعات سنگ، گابیون مصالح ساختمانی و وسایل مختلف دیگر می‌باشند.

در مواردی که نیاز باشد فرسایش کنار رودخانه‌ای به سرعت متوقف شود، نمی‌توان از پوشش گیاهی استفاده کرد چون نیاز به زمان زیادی دارد. با این حال اگر شیب دیواره کمتر باشد می‌توان به کمک گیاهان سریع الرشد با ریشه های متراکم مانند بید از آن محافظت کرد.

درخت بید به دلایل زیر مناسب ترین درخت برای حفاظت دیواره های رودخانه می‌باشد:

ظرفیت احیا شوندگی بالا، تولید ریشه های خودرو، سریع الرشد بودن، رشد در تمامی مناطق و امکان بقا و رشد آن در داخل آب به مدت چند روز بدون دیدن خسارت.

در هنگام استفاده از قطعات سنگی برای پوشش کناره ها، دیواره را شیب ملایم داده و سنگها را روی آن قرار می‌دهند. برای ایجاد پوشش گیاهی در دیواره می‌توان آن را سنگ فرش کرده و سنگها را از پایین تا کمی بالاتر از ارتفاع معمول آب قرار داد. هنگامی که سرعت آب زیاد است از قطعات درشت سنگ استفاده می‌شود و خلل و فرج را با سنگ-ریزه پر می‌کنند که به این پوشش//ریپ رپ// می‌گویند.

اگر کناره ها سنگ فرش شوند باید مراقبت زیادی صورت بگیرد چون بعد از هر طغیان سنگ ها جابجا می‌شوند. زمانی که دیواره نهر قائم باشد شیب دادن آن به منظور ساخت سنگ فرش مقرون به صرفه نیست و ساده ترین راه این است که قطعات سنگی را در نزدیکی لبه دیوار انباشته کرد. هنگامی که پایه دیوار فرسوده می‌شود دیوار ریزش کرده و سنگ -ها نیز ریخته و در پایه دیوار قرار می‌گیرند.

به منظور ایجاد دیواره طولی موازی با جهت جریان سازه های طولی بر اساس حداکثر سرعت جریان آب طراحی می‌شوند. این روش زمانی که روش های دیگر عملی نباشد به کار می‌رود و در محل های فرسایشپذیر برای پیشگیری احداث می گردد. نوع دیواره طولی برحسب سرعت جریان آب، خصوصیات آب جاری و مواد ساختمانی موجود تعیین می‌شود و ممکن است نفوذپذیر یا ناپذیر باشد.

فصل پنجم

فرسایش بادی

اگرچه در مقیاس جهانی اهمیت و خطر فرسایش بادی کمتر از فرسایش آبی است، ولی عظمت آن از فرسایش آبی بیشتر است.

۵-۱-اصول و علل ایجاد فرسایش بادی

مهمترین عوامل موثر بر فرسایش بادی شامل :

۱.خصوصیات خاک

۲.آب و هوا

۳. پوشش گیاهی

۴.پستی و بلندی

۱-خصوصیات خاک

مقدار فرسایش بادی در خاک های مختلف متفاوت است. دلیل آن در خصوصیاتی چون: بافت،جرم مخصوص، ساختمان، ماده آلی، رطوبت و شکل ذرات جستجوکرد.

- بافت و جرم مخصوص خاک

اندازه و جرم مخصوص ذرات دو عامل مهم در میزان فرسایش پذیری هر خاک محسوب می شود. یک ذره خاک هنگامی منتقل می شود که اول به اندازه کافی سبک و قابل حمل باشد و دوم به اندازه کافی درشت باشد تا بخشی از آن در معرض باد قرار گیرد.

فرسایش پذیرترین ذرات خاک (که وزن مخصوص حقیقی آنها ۲/۶۵گرم بر سانتی متر مکعب می باشد)آنهایی هستند که قطر معادلشان در حدود ۰/۱ میلی متر است. ذراتی که قطر معادل آنها کمتر و یا بیشتر از ۰/۱ میلی متر باشد از فرسایش پذیری کمتری برخودار هستند.

* اگر این ذرات از یک حدی کوچکتر باشد به وسیله باد منتقل نمی شوند، چرا که این ذرات به دلیل برخوداری از سطوحی صاف و نیروی همدوسی بالا به راحتی از هم جدا نمی شوند.

*اگر اندازه ذرات خاک به اندازه کافی بزرگ باشد، چون این ذرات درشت در مقابل فرسایش مقاوم هستند و توانایی حمایت از ذرات کوچک فرسایش پذیر را نیز دارا می باشند در نتیجه به وسیله باد منتقل نخواهند گردید.

- ساختمان خاک

خاک های دارای بافت ریزی که به فرسایش حساس هستند، در صورتی که ساختمان دانه ای داشته باشند، به فرسایش مقاومند. ولی اگر مواد آلی آنها از بین برود، خاکدانه ها به ذرات ریزی خرد می شوند که قابلیت پراکنده شدن و حمل توسط باد را دارا می گردند.

*خاک های بدون ساختمان و یا دارای ساختمان توده ای در مقایسه با خاک های دارای ساختمان دانه ای به فرسایش بادی حساس ترند.

- ماده آلی خاک

مواد آلی موجب افزایش چسبندگی ذرات و بالا رفتن ظرفیت جذب رطوبت خاک می شوند، در نتیجه مقاومت خاک را در برابر باد افزایش می دهد. البته خاکهای دارای مقدار زیاد مواد آلی خاک را مستعد فراسایش بادی می سازد، اما خاکهای آلی مرداب ها به علت سبکی زیاد در برابر فرسایش بدی حساسند.

- رطوبت خاک

پس از باد، رطوبت خاک مهم ترین عامل در فرسایش بادی است. خاکی که سطح آن رطوبت کافی داشته باشد منتقل نمی شود، زیرا ذرات مرطوب خاک در اثر نیروی چسبندگی ناشی از پوسته آب بین ذرات پایدار هستند. اگر مقدار آب خاک در حد رطوبت پژمردگی باشد باد به ندرت ذرات آن را جابه جا می کند.

*فرسایش بادی زمانی در خاک مرطوب رخ می دهد که رطوبت آنها در اثر بادهای گرم و خشک به پایین تر از نقطه پژمردگی برسد

- شکل ذرات

هرچه تعداد سطوح نامنظم ذرات خاک بیشتر باشد، جابه جایی آنها به همان نسبت آسان تر خواهد بود. ذرات کروی به خاطر داشتن شکل آئرودینامیکی، دیرتر به حالت معلق در می آیند.

۲-پوشش گیاهی

تاثیر پوشش گیاهی در فرسایش بادی بر حسب ارتفاع، تراکم و نوع پوشش تغییر می کند. روشهای مختلف پوشش گیاهی در فرسایش بادی عبارتند از:

- مانع از برخورد مستقیم باد به سطح خاک می گردد.
- اصلاح ساختمان خاک
- افزایش مواد آلی خاک سبب بوجود آمدن ساختمان خوب خاک می شود.
- جلوی حرکت ذرات خاک انتقال یافته توسط باد را می گیرد و آنها را درپشت خود نگه می دارد

*مهم ترین نقش پوشش گیاهی کاهش سرعت باد در نزدیکی سطح خاک است.

۳- پستی و بلندی

پستی و بلندی فرسایش بادی را محدود زیرا سرعت باد به علت برخورد با ارتفاعات کاهش می یابد.

*زمینهای مسطح بیشتر از زمینهای دارای پستی و بلندی فرسوده خواهند شد.

۴- آب و هوا

مهم ترین عوامل آب و هوا موثر در فرسایش :

بارندگی: مناطق دارای بارندگی سالانه کمتر از ۲۵۰ میلی متر یا دارای فصل خشک مستعد فرسایش بادی هستند. خیس و خشک شدن متناوب خاک سبب خشک شدن سطح زمین و خرد شدن خردهای آن می شود ، در نتیجه خاک مستعد فرسایش بادی می شود.

درجه حرارت :با افزایش دما تبخیر از سطح خاک بیشتر می شود. رطوبت خاک کاهش می یابد.

باد : نقش باد در ایجاد فرسایش از دو جنبه اهمیت دارد:

الف)با افزایش سرعت باد میزان تبخیرزیاد می شود. درنتیجه با کاهش رطوبت خاک ، خاک مستعد فرسایش بادی می شود.

ب)عامل اصلی انتقال ذرات خاک است.

سرعت و جهت باد از مهم ترین خصوصیات باد می باشد که در فرسایش بادی موثر است. قدرت فرسایندگی باد به انرژی جنبشی باد بستگی دارد .

۵-۲-نحوه انتقال ذرات خاک

انتقال ذرات خاک توسط باد به سه صورت زیر انجام میشود:

- معلق :این نوع حرکت در ذرات خیلی ریز (قطر کمتر از ۰/۱ میلی متر) رخ می دهد. این ذرات پس از بلند شدن توسط باد ممکن است که برای یک مدت زیاد به حالت تعلیق باقی می مانند و تا مسافت های طولانی حمل گردد و یا اینکه پس از طی یک مسافت کم و با کاهش سرعت باد رسوب کنند.
- جهشی :حرکت جهشی در ذراتی با قطر متوسط ۰/۱ تا ۰/۱۵میلی متر انجام می شود. در اثر حرکت جهشی ابتدا ذرات به طور عمودی تا چند سانتی متر به هوا پرتاب می شوند و پس از رسیدن به بالاترین نقطه صعود سقوط می کنند. اما در اثر نیروی باد به حرکت جانبی خود ادامه می دهند تا اینکه با انرژی زیادی به خاک برخورد می کنند.
- خزشی : این نوع حرکت،عبارت از سرخوردن یا غلطیدن ذرات درشت تر بر روی سطح زمین

می باشد. در واقع به دلیل سنگینی ذرات باد نمی تواند آنها را جابه جا کند. علاوه بر باد برخورد ذرات دیگر به این ذرات می تواند در خزش آنها موثر است.

*قطر متوسط ذراتی که به صورت خزش انتقال می یابند بین ۲ تا ۰/۵ میلی متر متغیر است.

۴-۵-نتایج حاصل از عملکرد باد

۱)شکل های اراضی فرسایشی حاصل از باد:

انتقال ذرات به وسیله باد منجر به اراضی با شکل های خاص در منطقه فرسایشی می شود که مهمترین آنها عبارت است از :

-یاردانگ: تپه های موازی بر جامانده از عملکرد باد

-کلوت: یک نوع شکل اراضی حاصل عملکرد مشترک باد و آب که به واسطه مقاومت بیشتر مواد مادری آن یک سری ناهمواری های منفرد در این ناحیه تشکیل می شود.

-حوضچه باد رفته : حفره ها یا گودی های کوچکی هستند که در اثر فرسایش شدید بادی در منطقه ایجاد که گاهی اوقات به آن فرسایش چاله ای می گویند.

-سطوح صاف و صیقلی : گاهی باد سطح صخره ها و برجستگی ها را می فرساید و آنها را به شکل های خاص با سطوح صاف و صیقلی و هموار در می آید. البته باد به همراه ذرات شن قادر به انجام این کار است.

-سنگ فرش بیابانی : انتقال ذرات ریزتر و برجا ماندن ذرات درشت تر در یک منطقه منجر به ایجاد دشت ریگی می شود. گاهی اوقات به واسطه تشکیل اکسیدهای آهن و منگنز در سطح سنگ ریزه ها و قلوه سنگ ها موجود در این دشت جلای بیابانی تشکیل می شود.

۲)شکل های اراضی رسوبی حاصل از باد :

با برجاماندن ته نشست های بادی در یک منطقه اشکال زیر حاصل می شود:

- ✓ تپه های شنی (تلماسه)

انباشته شدن شنهای روان در یک منطقه منجر به تشکیل تپه های شنی می شود. این تپه ها در نقاط مختلف جهان در صحرا و کنار دریاها تشکیل می شود. اشکال تپه های شنی شامل :

الف)بارخان : هلالی شکل هستند که دو بازوی آنها درجهت وزش باد قرار می گیرد. در نتیجه جهت باد را به خوبی نشان می دهند.

ب)تلماسه های شلجمی (سهمی) :تپه های شنی هلالی شکل هستند که دو بازوی آنها در خلاف جهت وزش باد قرار می گیرند.

پ)سیف(تلماسه های طولی):تپه های شنی طولی و کشیده هستند که به موازات جهت وزش باد قرار می گیرند

ت)سیلک: این تپه ها از اتصال چند سیف ایجاد می شوند وحالت موجی شکل دارند.

ث)تلماسه های معکوس(عرضی):تپه های شنی طولی و کشیده ای هستند که به صورت عمود بر جهت وزش باد قرار می گیرند. این نوع تپه ها بسیار ناپایدار و ممکن است در اثر وزش طولانی مدت باد به یکی از شکل های تپه ای تبدیل شوند.

ج)تلماسه های ستاره ای: تپه هایی به شکل ستاره دریایی هستند که نشانگر متغیر بودن جهت وزش باد در یک منطقه هستند.

- ✓ اراضی تلماسه ای : از تجمع تپه های شنی در یک منطقه منظری شبیه یک دریای شن ایجاد می شود. که به منظره ارگ یا ورقه یا پهنه های شنی معروف است.
- ✓ لس: گسترده ترین شکل رسوبات بادی رسوبات لس هستند. مواد لسی غنی از ذراتی در

اندازه سیلت می باشند. و دارای رنگ زرد مایل به خاکستری هستند. این مواد اغلب هوموس ندارند و سست و ترد می باشندو به راحتی توسط باد منتقل می شوند. در دوران چهارم زمین شناسی به واسطه فعالیت فرسایش بادی نهشته های قابل ملاحظه ای از لس بوجود آمده اند.

۵-۵- روش‌های مرسوم و جدید مقابله با فرسایش بادی

اولین قدم در مبارزه با فرسایش خاک در منطقه مورد بررسی عواملی است که موجبات فرسایش بادی در یک منطقه را فراهم می‌نمایند.

هدف اول معمولا ایجاد پوشش گیاهی است ولی در شرایطی که امکان ایجاد پوشش گیاهی نیست برای مبارزه با فرسایش بادی، از تثبیت ماسه‌ها با مالچ نفتی یا استفاده از موانع غیرزنده مانند حصیر، نی، سرشاخه درخت، بشکه، تخته‌های بلند و غیره به عنوان باد شکن و برای جلوگیری از حرکت ماسه استفاده می‌شود.

*یکی از راه‌های مرسوم در کنترل گرد و غبار به خصوص در مکان‌های اجرایی، پاشش مداوم آب بر بستر خاک به منظور جلوگیری از تولید گرد وغبار و فرسایش بادی است که بسته به موقعیت اقلیمی منطقه طرح و نیروی کارگری مورد نیاز می‌تواند کاملاً پرهزینه باشد.

۱- استفاده از بادشکن‌ها

در نقاطی که باد، خاک را برده و باعث خرابی شده و می‌شود، باید اقدامات جدی تر و موثرتری برای جلوگیری از اثرهای تخریبی آن و همچنین مرمت خاکهای فرسایش یافته صورت گیرد. چون شدت فرسایش و دیگر اثرهای تخریبی باد با سرعت باد رابطه مستقیم دارد پس ضروری است که عمل مبارزه در درجه اول در جهت کاهش سرعت باد باشد. از این رو در مبارزه مستقیم، همواره سعی بر این است که از سرعت باد تا به حدی که قدرت حمل نداشته باشد، کاسته شود. برای این منظور موانعی در سر راه باد

بوجود می‌آورند این موانع "بادشکن" نـام دارد. بادشـکن ممکـن اسـت از مـواد مصـنوعی و یـا از درخـت و درختچه، نباتات بلند مانند ذرت، آفتابگردان و غیره تشکیل شده باشد.

دو نوع بادشکن وجود دارد: بادشکن‌های غیرزنده یا مصنوعی یا مکانیکی و بادشکن‌های زنده یا درختی.

بادشکن‌های غیرزنده (مصنوعی یا مکانیکی)

بادشکن‌های مصنوعی شامل دیوارهای سنگی، فلزی، چوبی، پلاستیکی، حصیری یا دیوارهایی تهیـه شـده از شاخه‌های بریده شده از درختان موجود در منطقه، دیوارهایی از نوع کربـاس و... می‌باشـد. مهمتـرین عامـل موثر در طراحی بادشکن‌های غیرزنده، انتخاب مواد اولیه سهل الوصول می‌باشد. احداث بعضی از بادشکن‌های غیر زنده مانند دیوارهای سنگی و دیوارهای چوبی، معمـولا گـران تمـام می‌شـود. بـه طـور کلـی مـوقعی از بادشکن‌های غیر زنده استفاده می‌شود که :شرایط محیط اجازه رشد پوشـش گیـاهی بـرای ایجـاد بادشـکن درختی را ندهد. شرایط محیط برای رشد پوشش گیاهی مناسب باشد.

بادشکن زنده یا درختی

بادشکن‌های زنده معمولا از یک یا چند ردیف درخت یا درختچه یا گیاه مقاوم تشکیل گردیده‌اند که معمولا عمود بر جهت باد اصلی قرار می‌گیرند. بسیاری از کارشناسان حفاظت خاک اعتقاد دارند کـه بـرای کنتـرل فرسایش بادی در مزارع، لازم است علاوه بر ایجاد بادشکن، عملیاتی نظیر کشت نواری، پوشانیدن خـاک بـه وسیله بقایای گیاهی، تناوب زراعی، شخم حداقل و حذف عمل نرم کردن کلوخه‌ها نیز صورت پذیرد. احداث بادشکن‌های زنده نسبتا پر هزینه و زمان‌بر است.

* مهمترین عامل موثردر طراحی بادشکن‌های زنده، انتخاب گونه‌های سازگار و مناسب می‌باشد . گیاه بهتـر است از گونه‌های بومی سریع الرشد باشند. گیاه به خصوص در نواحی خشک دارای سیستم ریشه‌ای عمودی باشند تا ریشه ها از آب عمقی استفاده کنند و با مواد غذایی منطقه حفاظت شده رقابت نکننـد. در انتخـاب

نوع گیاه باید به فصل وقوع باد غالب توجه نمود، مقاوم به باد، سرما و گرما باشند. از طرف پایین لخت و بی شاخ و برگ نشوند.

*ایجاد بادشکن درختی یک ردیفه که به منظور کاهش سطح زمین اشغال شده توسط بادشکن احداث می‌شود نقش موثری در کاهش سرعت باد نداشته باشد. در مناطق کشت زودرس که خاک ارزش بیشتری دارد و یا اینکه سطح حفاظتی محدود باشد، استفاده می شود

محاسن و معایب یک شبکه بادشکن

مهمترین محاسن یک شبکه بادشکن عبارتند از:

بادشکن سرعت باد را کاهش می‌دهد و در نتیجه فرسایش را محدود می‌سازد. خسارات ناشی از اثرات مکانیکی باد را کاهش می‌دهد. در تغییر میکروکلیمای محلی و افزایش عملکرد گیاهان زراعی موثر است. حیوانات اهلی را حفاظت کرده، بازدهی دام‌ها را افزایش می‌دهد. خوراک، هیزم، و زیستگاهی برای حیات وحش به وجود می‌آورد.

احداث یک شبکه بادشکن معایبی نیز دارد که مهمترین آنها عبارتند از:

در استفاده از ماشین‌های کشاورزی مداخله می‌کند. بعضی از آن‌ها مقداری از سطح زیر کشت را اشغال می‌نمایند درختان بادشکن باروری گیاهان زراعی اطراف خود را کاهش می‌دهند، زیرا از یک سو روی گیاهان سایه انداخته و از سوی دیگر ممکن است برای رطوبت مواد غذایی با گیاهان رقابت نمایند. بادشکن می‌تواند پناهگاه گیاهان یا حیوانات مضر برای کشت و زرع باشد. به هر حال این معایب در خیلی از موارد در مقام مقایسه با مزایای بادشکن ناچیز است.

۲- استفاده از مالچ‌ها

- مالچ‌های نفتی

این نوع مالچ پس از پالایش نفت به دست می‌آید و ظاهری شبیه قیر رقیق شده دارد، این ماده پس از گوگردزدایی و حذف مواد معطر آن قابل استفاده می‌شود. مالچ‌های نفتی مانع تبخیر آب از زمین شده، در نتیجه فرصت کافی برای استقرار پوشش گیاه را در زمین فراهم می‌سازند.

- مالچ تهیه شده از ضایعات سنگبری

مقاومت این مالچ مربوط به نمونه ای که حاوی ۹۰ ٪ رس، ۵ ٪ لجن و ۵ ٪ پودر سنگ است می‌باشد که این میزان حتی از نمونه‌ای که حاوی ۱۰۰ ٪ رس خالص است بیشتر است. وجود پودر سنگ به عنوان پرکننده حفرات عمل کرده و باعث کاهش تخلخل شده، از جدایی مواد جلوگیری می‌کند.

- مالچ رسی

این مالچ ها در برابر جریان باد مقاوم هستند اما زمانی که تحت تاثیر بمباران ذرات شن قرار می گیرند فرسایش می‌یابند. هرچه تمرکز رس در مالچ رسی زیادتر باشد به دلیل فلوکوله شدن ذرات شن توسط ذرات ریز رس پایداری مالچ در مقابل عمل سایش بیشتر می‌شود. هرچه تعداد لایه های مالچی (دفعات مالچ پاشی) بیشتر باشد پایداری آن در برابر فرسایش به دلیل افزایش ضخامت مالچ بیشتر می‌شود.

*مقاومت مالچ نیز با توجه به ترکیب مالچ متفاوت است. مقاومت مالچ حاوی کاه به دلیل افزایش استحکام ساختاری از بقیه انواع مالچ ها بیشتر است.

- مالچ سنگریزه‌ای

پوشش شنی سنگریزه‌ای اثر قابل ملاحظه‌ای روی تجمع گرد و غبار دارند. تجمع گرد وغبار به طور نمایی با افزایش درصد پوشش زمین با مالچ افزایش می‌یابد. هرچه میزان قطر سنگریزه مالچ کمتر باشد میزان تجمع به صورت نمایی افزایش می‌یابد.

- مالچ پلیمری و زیستی

در سال‌های اخیر استفاده از پلیمرها و انواع مالچ‌های زیستی با منشأ گیاهی به عنوان جایگزینی برای مالچ‌های نفتی مورد توجه قرارگرفته که در تثبیت گردوغبار و شن‌های روان نقش بسیار مهمی داشته است. ویژگی‌های بارز پلیمرها این است که با ایجاد شبکه در سطح خاک همانند پلی بین ذرات خاک عمل کرده و باعث اتصال ذرات به یکدیگر شده و خاکدانه های درشت تری را ایجاد می‌نمایند که درواقع باعث افزایش پایداری خاکدانه‌ها می‌گردند.

* پلیمر آنیونی، هم آوری بیشتری در خاک‌های آهکی نسبت به خاک‌های اسیدی ایجاد می کند، درحالی که در مورد پلیمر کاتیونی نتیجه برعکس هست.

محققان نوعی مالچ زیستی یا میکروبی تولید کرده‌اند که بر مبنای فرایند سیمانی شدن زیستی یا بیوسمنتاسیون عمل می‌کند. این فرایند به طور طبیعی و با سرعت پایین در محیط زیست رخ می‌دهد، البته در صورتی که شرایط مناسب برای انجام آن فراهم باشد. سیمانی شدن زیستی، به بالا بردن مقاومت و ارتقای سختی خاک و سنگ ها، با استفاده از محصولات و یا فعالیت‌های میکروبی گفته می‌شود که می‌تواند در مواردی مانند جلوگیری از فرسایش خاک، کاهش پتانسیل تورمی خاک رسی و کاهش روان‌گرایی خاک ماسه‌ای در پروژه‌های بهسازی خاک استفاده شود، این فرایند مبتنی بر فناوری زیستی است.

*برخی باکتری‌ها که توانایی تولید آنزیم اوره‌آز (urease) را دارند می‌توانند با وجود اوره، طی فرآیندی که بخشی از آن بیولوژیکی و بخشی شیمیایی انجام می‌شود، رسوب کلسیم کربنات ایجاد کنند. کلسیم کربنات بین منافذ خاک رسوب می‌کند و با کاهش تخلخل خاک، باعث چسبیدن ذرات خاک به یکدیگر و سخت شدن آن می‌شود.

محاسن و معایب مالچ ها

از آنجائی که مالچ‌های پلیمری حاوی سرب هستند، استفاده از آن‌ها خسارت‌های زیست محیطی ایجاد می‌کند و وزش مداوم باد در مناطق بیابانی موجب پراکندگی بیشتر این آلودگی ها می‌شود.

آثار زیست محیطی مالچ ها:

افزایش دما (به دلیل ضریب جذب حرارت بالا) و درنتیجه تغییر خرد اقلیم منطقه، نفوذ بـه خـاک و منـابع زیرزمینی آب و آلوده کردن آن‌ها و مسـدود کـردن روزنـه‌ها و اخـتلال در تـنفس سـلولی گیاهـان و بـروز بیماری‌های تنفسی در افراد، سیاه کردن زمین است. مالچ میکروبی علاوه بر سازگاری با محیط زیست، خاک راتثبیت می‌کند و همچنین معایب مالچهای نفتی و... را ندارد.

۳- تثبیت زیستی

یکی از شاخص‌های زیستی مهم، پوسته‌های زیستی هستند که اجتماعی از موجودات کوچک اما مهم شامل گلسنگ‌ها، خزه‌ها، جگرواش‌ها، سیانوباکتری‌ها و قارچ‌های خاکزی می‌باشند. ایـن جوامـع در زیسـت‌بوم‌های خشک و نیمه‌خشک که غالبا در آن تابش نور آفتاب شدت بیشتری دارد در سطح خـاک تشـکیل می‌شـوند. این لایه‌های محافظ در سطح خـاک باعـث کـاهش فرسـایش بـادی و آبـی خـاک می‌شـوند. درعـین حـال پوسته‌های زیستی خاک، نسبت به تخریب‌ها بسیار آسیب پذیرند و به راحتی خرد می‌شوند، به ویـژه وقتـی این پوسته‌ها خشک هستند. چرای دام، فعالیت‌های گردشگری و آتش سوزی بر تخریب این پوسته‌ها دامـن می‌زند.

پوسته‌های زیستی به چند طریق کیفیت خاک را افزایش می‌دهند:

از طریق خاکدانه‌سازی فرسایش بادی و آبی را کاهش می‌دهند.

افزایش درجه حرارت سطح خاک

اصلاح توازن بین نفوذ آب به خاک و وجود رواناب سطحی : بدین گونه کـه در برخـی مـوارد روانـاب را بـه مناطق دیگر هدایت می‌کند و در برخی موارد نفوذپذیری را افزایش می‌دهنـد، از طریـق تثبیـت نیتـروژن و کربن، حاصلخیزی خاک را افزایش می‌دهند.

بطور مثال قارچ تریکودرما هارزیانوم مقاومت خاک در برابر فرسایش بادی را به وسیله توسعه رشته‌های هیف و در نتیجه اتصال ذرات خاک به یکدیگر و تشکیل خاکدانه‌های بزرگ تر افزایش می‌دهد. از آنجا کـه نتـایج پژوهش‌های انجام شده بر روی برخی از گیاهان نشان می‌دهد که با حضور قارچ تریکودرمـا در خـاک رشـد گیاه به نحو چشم گیری افزایش می‌یابد بنابراین استفاده از این قارچ به عنوان مایه تلقیح میکروبی می‌توانـد ضمن داشتن اثرات مثبت در رشد گیاهان موجود در منطقه باعث افزایش مقاومت خاک در برابـر فرسـایش بادی نیز شود.

*به دلیل اهمیت پوسته‌های زیستی در شناسایی مراتـع پایـدار، حفاظـت، احیـا و اسـتقرار مجـدد آن‌هـا از ضروریات لازم در پایدارسازی اکوسیستم شکننده زاگرس در غرب ایران می‌باشد. پایـداری و پویـایی مراتـع زاگرس موجب کاهش حجم بزرگی از ریزگردهای کشور می‌شود که خواستگاه مرتعی دارند.

فصل پنجم

تستها و پاسخ تشریحی

۱-اولین تحقیق در مورد حفاظت خاک از فرسایش توسط چه کسی انجام می شود؟

۱.ولنر ۲.اسمیت ۳.ویچمیر ۴.ویلیام

۲-نقش باد در فرسایش چگونه است؟

۱.حرکت باد باعث فرسایش در بالا یا سطح زمین

۲.فرسایش در صفحات مجاور هوا از آنها عبور می کند

۳.مورد ۱و۲

۴.قرار گرفتن مواد فرسایش یافته در سطح زمین

۳-کدام نوع مالچ حاوی ۹۰ درصد رس می باشد؟

۱.مالچ رسی ۲.مالچ سنگبری ۳.مالچ زیستی ۴. مالچ پلیمری

۴-کدام نوع مالچ در تثبیت گردو غبار و شن روان مهم است؟

۱.مالچ نفتی ۲.مالچ پلیمری و زیستی ۳.مالچ سنگریزه ای ۴. مالچ سنگبری

۵-اثرات فیزیکی فرسایش کدام است؟

۱.کاهش عمق ریشه دهی

۲.تراکم خاک

۳.از بین رفتن ذرات رسی خاک

۴.همه موارد

۶-کاهش عناصر غذایی و میکرومولکول ها از اثرات کدام فرسایش خاک است؟

۱.فرسایش فیزیکی ۲.فرسایش شیاری ۳.فرسایش شیمیایی ۴.فرسایش گالی

۷-اثرات فرسایش بر کاهش منابع آبهای زیر زمینی چگونه است؟

۱.در مناطق شیب دار فاقد پوشش گیاهی اند و نمی توانند اب باران و برف را حفظ کنند.

۲.فرسایش باعث کاهش تغذیه کافی آبهای زیرزمینی می شود.

۳.در فصول خشک قناتها بیشتر دچار فرسایش و کم آبی می شوند

۴.همه موارد

۸-میزان براورد فرسایش خاک در ایران چقدر است؟

۱۰.۱ هکتار ۲. ۲۰ هکتار ۳. ۳۰ هکتار ۴. ۴۰ هکتار

۹-عوامل تاثیر گذار بر فرسایش قابل تحمل کدام است؟

۱.تشکیل سریع خاک سطحی ۲.از بین رفتن مواد مغذی خاک

۳.تشکیل سریع مواد حاصلخیزی خاک ۴. همه موارد

۱۰-کدام نوع فرسایش نتیجه فعالیت بشر است؟

۱.فرسایش سریع ۲.فرسایش آبی ۳. فرسایش سطحی ۴. طبیعی

۱۱-عامل اصلی فرسایش کدام است؟

۱.باد ۲.انسان ۳.یخبندان ۴.باران

۱۲-تاثیر شدت بارندگی بر فرسایش خاک چگونه است؟

۱.باران زیاد باعث کاهش قدرت جذب آب در خاک می شود

۲.باران زیاد باعث افزایش انرژی جنبشی می شود

۳.باران شدید باعث هدر رفتن آب باران می شود

۴. همه موارد

۱۳-طبق نظر هورسون شدت های بارندگی چقدر است؟

۱. ۲۰ تا ۴۰ mm/hr

۲. ۴۰ تا ۶۰ Mm/hr

۳. ۶۰ تا ۸۰ mm/hr

۴. ۸۰ تا ۱۰۰ Mm/hr

۱۴.فرسایش پذیری ترین بارانها در خاک چه نوع بارانهایی هستند؟

۱.شدت زیاد و مدت زمان کافی

۲.شدت زیاد و مدت کم

۳.شدت کم و مدت کافی

۴.شدت کم و مدت کم

۱۵-نظریه ویشماید در مورد فرسایش پذیری چیست؟

۱.رابطه فرسایش پذیری خاک و درصد سیلت + شن و شن خیلی ریز

۲.رابطه فرسایش پذیری و مواد الی و نفوذ پذیری خاک

۳.رابطه فرسایش پذیری و ساختمان خاک

۴.همه موارد

۱۶-چگونه می توان خاکهای رسی را کاهش داد؟

۱.با افزودن کلسیم

۲.درصد شن

۳.آهک

۴.دولومیت

۱۷-کدام نوع ذرات فرسایش پذیری زیادی دارند؟

۱.ذرات سیلت و شن ریز ۲.ذرات سیلت و شن خیلی ریز

۳.سیلت و رس ۴. رس و شن خیلی ریز

۱۸-عوامل موثر بر اندازه و ثبات خاکدانه ها و کاهش فرسایش کدامند؟

۱.بافت خاک ۲.مواد آلی خاک ۳.ظرفیت تبادل کاتیونی ۴.همه موارد

۱۹-رابطه ظرفیت نگهداری آب خاک در فرسایش پذیری چگونه است؟

۱.ظرفیت نگهداری آب خاک بیشتر فرسایش بیشتر

۲.ظرفیت نگهداری آب خاک کمتر و فرسایش کمتر

۳.ظرفیت نگهداری آب خاک بیشتر فرسایش کمتر

۴.ظرفیت نگهداری خاک کمتر فرسایش بیشتر

۲۰-ظرفیت نگهداری آب خاک در خاکهای رسی چقدر است؟

۱. ۹درصد ۲. ۱۸ درصد ۳. ۳۶ درصد ۴. ۷۲ درصد

۲۱-علت مقاوم بودن خاکهای دارای کاتیون بازی به فرسایش چیست؟

۱.ایجاد پیوند شیمیایی بین ذرات خاک و فلوکوله شدن ذرات

۲.ایجاد پیوند فیزیکی بین ذرات خاک و فلوکوله شدن ذرات

۳.ایجاد ظرفیت تبادل کاتیونی بین ذرات و فلوکوله شدن ذرات

۴. ایجاد چسبندگی و سیمانی شدن بین ذرات و فلوکوله شدن ذرات

۲۲-تاثیر کانیهای رسی در ثبات ساختمانی و کاهش فرسایش پذیری خاک چیست ؟

۱.خاکدانه های دارای اکسید آهن و آلومینیم زیاد و فرسایش زیاد

۲.خاکدانه های دارای اکسید آهن و آلومینیم کم و فرسایش کم

۳.خاکدانه های دارای مقدار کم کانی های رسی و فرسایش زیاد

۴. مورد ۱و۲

۲۳-چه نوع خاکدانه هایی در آب و هوای گرم به فرسایش مقاوم هستند؟

۱.خاکدانه های مانند کائولنیت که نسبت سیلیس آن کم

۲. خاکدانه هایی که نسبت سیلیس آن زیاد

۳.خاکدانه های که نسبت رس آنها زیاد

۴.خاکدانه هایی که نسبت رس آنها کم

۲۴- درصد مواد آلی در چه خاکهایی فرسایش پذیری به شمار می آید؟

۱.خاکهایی با کمتر از ۲ درصد

۲.خاکهایی با بیشتر از ۲ درصد

۳.خاکهایی با کمتر از ا درصد

۴. خاکهایی با بیشتر از ۲ درصد

۲۵-پایداری کدام نوع خاکها در برابر فرسایش مشهود است؟

۱.خاکهای هوموس دار ۲. خاکای دارای کانی های رسی

۳.خاکهای دارای مواد سیمانی ۴.خاکهای دارای کلوئید

۲۶-مقدار فرسایش در شیب های محدب چگونه است؟

۱.با دور شدن از مقسم آب افزایش ۲.با دور شدن از مقسم آب افزایش

۳.با نزدیک شدن از مقسم آب افزایش ۴.با نزدیک شدن از مقسم آب کاهش

۲۷-درجه شیب در کنترل فرسایش چه نقشی دارد؟

۱.شیب ۴برابر فرسایش ۴ برابر

۲.شیب ۲ بر ابر فرسایش ۲ برابر

۳.شیب ۱/۴ برابر فرسایش ۲ برابر

۴.شیب ۱/۴ برابر فرسایش ۴ برابر

۲۸-عامل فرسایش ورقه ای چیست؟

۱.فقدان پوشش گیاهی ۲.انرژی سنتیک قطرات باران

۳.وقوع رگبارهای شدید در فصول خشک ۴. همه موارد

۲۹-کوچک بودن نسبت d(40)2/d40(1) نشان دهنده چیست ؟

۱.سنگریزه بودن خاک ۲.خارج شدن مواد ریز زیاد از خاک

۳.خارج شدن مواد درشت از خاک ۴.مورد ۱و۲

۳۰-علایم کدام فرسایش ایجاد لکه های سفید یا قرمز در سطح خاک است؟

۱.ورقه ای ۲.شیاری ۳.بارانی ۴.بین شیاری

۳۱-اگر میزان فرسایش بیش از ۱۵تن در هکتار باشد چه نوع فرسایشی ایجاد می شود؟

۱.فرسایش ورقه ای ۲.فرسایش بین شیاری

۳.فرسایش شیاری ۴.فرسایش بارانی

۳۲- در کدام نوع فرسایش عامل عمده تخریب رواناب است؟

۱.فرسایش شیاری ۲.فرسایش بارانی ۳. فرسایش ورقه ای ۴.خندقی

۳۳- در کدام قسمت فرسایش شیاری بیشترین مقدار فرسایش خاک را داریم؟

۱.وسط ۲.کنار ۳.انتها ۴.منتهی الیه

۳۴-کدام نوع فرسایش به فرسایش پنجه ای معروف است؟

۱.خندقی ۲.گالی ۳.بین شیاری ۴.شیاری

۳۵-راههای کنترل فرسایش شیاری کدامند؟

۱.شخم زدن ۲.افزایش مواد آلی خاک

۳.افزایش ظرفیت رطوبت خاک ۴.همه موارد

۳۶-عامل اصلی فرسایش بین شیاری چیست؟

۱.انرژی سنتیک قطرات باران ۲. انرژی جنبشی قطرات باران

۳.افزایش ظرفیت رطوبت خاک ۴.افزایش انرژی بین شیارها

۳۷-تفاوتفرسایش خندقی با شیاری در چیست؟

۱.نداشتن اختلاف عرض و عمق خندق در فرسایش خندقی

۲.داشتن اختلاف عرض و عمق خندق در فرسایش خندقی

۳.چند برابر عرض شیارها با عمق آنها

۴.مورد ۱و۳

۳۸-بی ثبات ترین قسمت فرسایش خندقی چیست؟

۱.دهانه ۲.طول ۳.منتهی الیه ۴. عرض

۳۹- کدام نوع گالی در لایه های سطحی خاک ایجاد می شوند؟

۱.گالی u شکل ۲.V شکل ۳.ذوزنقه ای ۴.دایره ای

۴۰-در کدام نوع گالی لایه سطحی به فرسایش حساسند؟

۱.U شکل ۲. V شکل ۳. ذوزنقه ای ۴. مستطیلی

۴۱- در کدام نوع گالی لایه های زیرین به فرسایش مقاوم هستند؟

۱.مستطیلی ۲.مربعی ۳.ذوزنقه ای ۴. U شکل

۴۲- فرسایش توده ای چه زمانی رخ می دهد؟

۱.نیروی مواد بیشتر از نیروی مقاومت برش خاک باشد.

۲. نیروی مواد کمتر از نیروی مقاومت برش خاک باشد

۳.مقاومت برش خاک بیشتر از نیروی مواد باشد

۴.مقاومت برش خاک کمتر از نیروی مواد باشد.

۴۳-لایه غیر قابل نفوذ برای ایجاد زمین لغزنده چگونه است؟

۱.لایه clay pan

۲.لایه مارن میوسن

۳.لایه کوارتزی

۴.مورد ۱و۲

۴۴- کدام هوامل باعث افزایش تنش برش در خاک می شوند؟

۱. نابودی فرسایش کنار رودخانه ای ۲.حفر آبراهه ها در شیب تپه ها

۳.فرسایش زیززمینی ۴. همه موارد

۴۵-عوامل ایجاد مقاومت کم خاک در برابر نیروی برش کدام است؟

۱.بافت و ساختمان خاک ۲.شسته شدن املاح خاک

۳.انبساط و انقباض در اثر حرارت ۴.همه موارد

۴۶-درمناطق توندرا چه نوع فرسایشی رخ می دهد.؟

۱.فرسایش خندقی ۲. فرسایش شیاری ۳. فرسایش ورقه ای ۴.سیلال گل

۴۷-قدرت تخریب فرسایش کنار رودخانه ای به چه عواملی بستگی دارد؟

۱.وزن مخصوص ذرات .قطر ذرات ۳.چسبندگی ذرات ۴.هرسه مورد

۴۸-کدام فرسایش به فرسایش شبه کارستی معروف است؟

۱.فرسایش هزار دره ۲.فرسایش سیلال گل

۳.فرسایش انحلالی ۴. فرسایش خندقی

۴۹-مرحله گسترده فرسایش خندقی چه نام دارد؟

۱.فرسایش تونلی ۲.فرسایش کارستی ۳.فرسایش شیاری ۴.فرسایش هزار دره

۵۰-کدام فرسایش در اراضی که بین دو افق رس تشکیل می شوند ؟

۱.فرسایش ستونی ۲.فرسایش تونلی ۳.فرسایش زیززمینی ۴.فرسایش خندقی

۵۱-کدام فرسایش عمقی از خاک فرسایش یافته را نشان می دهد؟

۱.فرسایش ستونی ۲.فرسایش تونلی

۳.فرسایش هزار دره ۴. فرسایش شیاری

۵۲-در کدام مدل فرسایش می توان ضریب نسبت رسوب را بدست آورد؟

۱. MUSLE ۲.RUSLE

۳. SLEMSA ۴.PSIAC

۵۳-کدام مدل هم در اراضی کشاورزی و هم منابع طبیعی کاربرد دارد؟

۱. RUSLE ۲.USLE

۳. MUSLE ۴. SLEMSA

۵۴-کدام مدل فرایند فرسایش خاک به سیستم های فیزیکی وابسته است؟

۱. SLEMSA ۲.MUSLE

۳.RUSLE ۴.PSIAC

۵۵-در شیب کمتر از ۱۰ درصد نمره رسوب چقدر است؟

۱. ۱۰ ۲. ۲۰ ۳. ۳۰ ۴. ۰-۲۰

۵۶-کدام یک از جملات زیر صحیح است؟

۱.هرچه مساحت حوزه آبخیز بیشتر باشد SDR بیشتر می شود.

۲.هرچه شیب حوزه آبخیز بیشتر SDR کمتر می شود.

۳. هرچه مساحت حوزه آبخیز بیشتر SDR تغییر نمی کند

۴.هرچه سیب حوزه آبخیز بیشتر باشد SDR زیاد می شود.

۵۷-کدام نوع بافتها مقدار SDR را افزایش می دهند؟

۱.بافت ریز و سیلتی ۲.بافت شنی

۳.کوارتز ۴. رسی

۵۸-در کدام مدل بیشترین عوامل موثر در فرسایش خاک وجود دارد؟

۱. PSIAC ۲. MUSLE ۳. RUSLE ۴. FAO

۵۹-در کدام مدل ارزیابی فرسایش و تولید رسوب با کمیت بیان می شود؟

۱. PSIAC ۲. MUSLE ۳.FAO ۴.BLM

۶۰-کدام مدل در رودخانه های فاقد آمار هیدرومتری و رسوب سنجی کاربرد دارد؟

۱. EPM ۲. SLEMSA ۳. MUSLE ۴.RUSLE

۶۱-کدام مورد در درجه حرارت کمتر از ۱- درجه سانتی گراد کاربرد دارد؟

۱. SLEMA ۲. MUSLE ۳. RUSLE ۴.EPM

۶۲-فاکتورهای کدام دو مدل شبیه به هم است؟

۱. FAO,PSISAC ۲.MUSLE,RUSLE

۳. BLM, FA ۴.FAO,RUSLE

۶۳-کدام روش برای براورد و شدت فرسایش ورقه ای بکار می رود؟

۱.روش فورنیه ۲.روش مسگرپور ۳.روش مدیریت اراضی ۴.GUEST

۶۴-کدام مورد تلفات خاک را در طول شیب و تولید رسوب را در انتها شیب تپه محاسبه می کند؟

۱.مدل WEPP ۲.EUROSEM

۳. FAO ۴.BLM

۶۵-آبراهه چیست؟

۱.خطرالقعر هر حوزه ۲.نقطه تمرکز انتهای حوزه

۳.انتهای حوزه ۴.بین خط اراس

۶۶- دبی رواناب چه موقع به حداکثر مقدار خود می رسد؟

۱.زمان تمرکز ۲.خط الراس ۳.خط القعر ۴.نقطه تمرکز

۶۷-در کدام نوع حوزه های آبخیز جریانهای طغیانی ایجاد می شود؟

۱.حوزه آبخیز مربعی شکل ۲. دایره شکل

۳.مستطیلی و کشیده ۴. مورد ۱و۲

۶۸-در کدام روش شکل حوزه آبخیز مربع شکل است؟

۱.روش میلر ۲. روش هرتون ۳. روش شیوم ۴.ضریب گردی

۶۹-کدام روش محاسبه رواناب برای محاسبه ابعاد دهانه پل نیز استفاده می شود؟

۱.روش استدلالی ۲. میلر ۳.روش شماره منحنی ۴.روش هورتون

۷۰ از کدام روش می توان برای محاسبه حجم و شدت رواناب استفاده کرد؟

۱.روش منطقی ۲.استدلالی ۳. شماره منحنی ۴. هورتون

۷۱-کدام گروه هیدرولوژیکی خاک تولید رواناب کم و نفوذپذیری بیش از ۷/۶ cm/hr است؟

۱.گروه B ۲. گروه C ۳.گروه A ۴.گروه D

۷۲-کدام گروه هیدرولوژیکی خاک نفوذپذیری خاک بین ۳/۷-۲/۶ cm/hr است؟

۱.B ۲. C ۳.D ۴.A

۷۳-در کدام گروه هیدرولوژیکی خاک لایه غیر قابل نفوذ خاک وجود دارد؟

۱. B ۲. D ۳. C ۴.A

۷۴-کدام گروه هیدرولوژیکی خاک ظرفیت انبساط پذیری زیاد دارد؟

۱. A ۲.B ۳. C ۴. D

۷۵-کدام گروه هیدرولوژیکی خاک سفره آب زیرزمینی به طور دائم بالا است؟

۱. C ۲. B ۳. C ۴.D

۷۶-محاسبه رواناب با روش کوک به چه فاکتورهایی نیاز دارد؟

۱.نفوذپذیری ۲.پوشش گیاهی و ذخایر سطحی

۳.پستی و بلندی ۴.همه موارد

۷۷-مبارزه بیولوژیکی فرسایش چگونه است؟

۱.تبدیل اراضی دیم به علوفه ای چند ساله

۲.قرق

۳.استفاده از کشت نواری

۴.همه موارد

۷۸-کشت کنتوری در روش مبارزه بیولوژیکی فرسایش چگونه است ؟

۱.کن تورلاین ۲.شخم کن تور ۳.کشت روی خطوط کن تور ۴.هرسه مورد

۷۹-کدام نوع کشت در روش مبارزه بیولوژیکی در شیب ۸-۳ درصد انجام می شود؟

۱.شخم کن تور ۲.کن تور بانک

۳.خطوط کن تور ۴. تورلاین

۸۰-کدام تراس برای کشاورزی مناسب نیست؟

۱.معمولی ۲.پله ای ۳.افقی ۴. شیب به دره

۸۱-در کدام تراس لایه غیر قابل نفوذ وجو دارد؟

۱.معمولی ۲.افقی ۳.شیب دره ۴.پله ای

۸۲-بانکت های چربی در چه شرایطی اجرا می شوند؟

۱.نفوذپذیری خوب خاک

۲.شدت بارش کم

۳.شدت بارش زیاد

۴.مورد ۱و۲

۸۳-در کف نوع بانکت ها درختی ساخته نمی شود؟

۱. V شکل ۲. ذوزنقه ای ۳. غلات ۴.مانگوم

۸۴-در کدام نوع بانکت ها ۹۵ درصد زیر کشت می روند؟

۱.بانکت با انحنای ساده

۲.بانکت مانگوم

۳.بانکت با انحنای تراس باشیب تند

۴. مورد ۱و۳

۸۵-کدام بانکت ها در شیب کمتر از ۶ درصد اجرا می شود؟

۱.بانکت با انحنای سه گانه بانکت با انحنای دو گانه

۳.تراس مانگوم ۴. بانکت غلات

۸۶-از روشهای مهندسی مهمولی برای مبارزه یا فرسایش گالی چیست ؟

۱.احداث بستر و دیواره خندق

۲.احداث کانال انحرافی روان آب

۳.ایجاد بند

۴.تثبیت دیواره گال با هیدرومالچ

۸۷-کدام بندها در طول آبراهه کمتر از ۱۰۰ متر استفاده می شود؟

۱. چپری ۲.چوبی ۳.خشکه چین ۴.سنگ چین

۸۸- در کدام بند سطح حوزه بالا دست آبراهه ها از دو هکتار کمتر است ؟

۱.چپری ۲.خشکه چین ۳. چوبی ۴. ملات دار

۸۹-اهمیت فرسایش کنار رودخانه ای چیست؟

۱.کاهش سطح زیر کشت

۲.خسارت به سدها و مخازن

۳.خسارت به زمینهای کشاورزی کنار رودخانه ها

۴. همه موارد

۹۰-اهمیت درختان بید برای حفاظت دیواره های رودخانه ها چیست؟پ

۱.ظرفیت احیاء بالا ۲.تولید ریشه های خودرو

۳. سریع الرشد بودن ۴. همه موارد

۹۱-کدام نوع اراضی در اثر مقاومت زیاد مواد مادری ناهمواری منفرد ایجاد می شود؟

۱.یاردانگ ۲.سنگ فرش بیابانی

۳.سطوح صیقلی ۴.گلوت

۹۲-کدام نوع اراضی حاصل فرسایش هلالی شکل است ؟

۱.بارخان ۲.تلماسه شلجمی ۳. سهمی ۴. تپه شنی

۹۳-در کدام اراضی فرسایش بادی تپه ها حالت موجی شکل دارند؟

۱.سیف ۲.تلماسه معمکوس ۳.تلماسه عرضی ۴.سیلک

۹۴-گسترده ترین شکل رسوبات بادی چیست؟

۱.سیف ۲.سیلک ۳.تلماسه معکوس ۴.لس

۹۵-مهمترین عامل موثر در طراحی بادشکن غیر زنده چیست؟

۱.انتخاب مواد اولیه سهل الوصول

۲.ایجاد دیواره سنگی و چوبی

۳.رشد پوشش گیاهی

۴.هیچ کدام

۹۶-برای کنترل فرسایش بادی در مزارع کشاورزی چه اقداماتی انجام می شود؟

۱.کشت نواری ۲.پوشاندن خاک به وسیله بقایای گیاهی

۳.تناوب زراعی ۴. هرسه مورد

۹۷- از مهمترین محاسن بادشکن ها کدام است ؟

۱.تغییر میکروکلیمای محلی

۲.افزایش عملکرد گیاهان زراعی

۳.کاهش خسارت مکانیکی باد

۴.همه موارد

۹۸-مقاومت کدام مالچ ها در کنترل فرسایش موثر است ؟

۱.مالچ رسی ۲. مالچ سنگریزه ۳. مالچ پلیمری ۴. مالچ کاه

۹۹-عوامل فرسایش در سطح حوزه آبخیز از کدام مدل بدست می آید؟

۱.PSIAC ۲.EPM ۳.FAO ۴.BLM

۱۰۰-آثار زیست محیطی مالچ ها چگونه است؟

۱.نفوذ به خاک و منابع زیزمینی آب

۲.مسدود کردن روزنه ها

۳.اختلال در تنفس سلولی

۴. همه موارد

۱.گزینه ۱.اولین تحقیقات در زمینه حفاظت خاک توسط ولنر انجام می شود. که ایشان نقش پوشش گیاهی ، نوع خاک و شیب را در فرسایش خاک مورد بررسی قرار داد.

۲. گزینه ۳.حرکت باد باعث فرسایش مواد فرسوده شده که در بالا یا سطح زمین در تمام جهات حرکت می کنند. یابا جریان چند لایه که در آن صفحات مجاور از هم عبور می کند.

۳.گزینه ۲.مقاومت این مالچ مربوط به داشتن ۹۰ درصد رس ، ۵۰ درصد لجن و ۵ درصد پودر سنگ که پودر سنگ به عنوان پر کننده حفرات است.

۴.گزینه ۲.این مالچ به عنوان جایگزین مالچ نفتی به کار می رود. ودر ثبت گردوغبار نقش دارد.

۵.گزینه ۴. اثرلت فیزیکی فرسایش خاک ظرفیت نگهداری آب در خاک را نیز کم می کند.

۶. گزینه ۳.فرسایش سیمیایی باعث کاهش کمبود عناصر غذایی و عناصر میکرو و کاهش ظرفیت تبادل کاتیونی خاک می شود.

۷.گزینه ۴.

۸. گزینه ۲. میزان فرسایش در ایران ۲۰ هکتار در سال است اما برای آسیا ۹/۸ ، امریکا ۰/۳ و اروپا ۰/۵ تن در هکتار می باشد.

۹. گزینه ۴

۱۰. گزینه ۱.فرسایش سریع ناشی از فعایت بشر و باعث کاهش حاصلحیزی خاک و حتی نابودی آن شده است.

۱۱.گزینه ۴.باران اساس شروع فرسایش است

۱۲. گزینه ۴.

۱۳. گزینه ۴. هرتون شدت بارندگی را ۱۰۰-۸۰ میلی متر در ساعت ارائه کرد. که در شدت های بالا رابطه D50 کاهش می یابد.

۱۴. گزینه ۱.

۱۵.گزینه ۴

۱۶.گزینه ۳.

۱۷.گزینه ۲. ذرات سیلت و شن خیلی ریز فرسایش پذیری زیادی دارند.

۱۸. گزینه ۴.

۱۹. گزینه ۳.

۲۰.گزینه ۱. ظرفیت نگهداری آب خاک در خاکهای شنی ۹ درصد و در خاکهای با بافت متوسط ۱۸ درصد و خاکهای رسی ۳۶ درصد است.

۲۱. گزینه ۱.

۲۲. گزینه ۴. رس هایی که در آنها نسبت سیلیس به اکسید آهن و آلومینیم بیشتر خاکدانه ها ناپایدار و فرسایش پذیری زیاد می شود.

۲۳. گزینه ۱. در آب و هوای گرم مرطوب رسهای ۱ به ۱ نسبت سیلیس به آهن و آلومینیم کم است و به فرسایش مقاوم است.

۲۴. گزینه ۱. گزینه ۱. خاکهایی که مواد آلی در آنها از ۲ درصد کمتر باشد قابل فرسایش به شمار می آید.

۲۵. گزینه ۳. بین مواد سیمانی بهترین ملات برای خاکدانه ها اکسید آهن و آلومینیم است که در حالت مرطوب شخم بخورند به همان نسبت باقی می مانند.

۲۶. گزینه ۱.

۲۷. گزینه ۱.

۲۸.گزینه ۴.

۲۹.گزینه ۴.

۳۰. گزینه ۱. از علایم فرسایش ورقه ای وجود لکه های سفید یا قهوه ای مایل به قرمز در سطح خاک است.

۳۱. گزینه ۳. زمانی که میزان فرسایش بیش از ۱۵ تن در هکتار باشد فرسایش شیاری داریم که کمی از ورقه ای بیشتر است .

۳۲. گزینه ۱.

۳۳.گزینه ۴.

۳۴. گزینه ۴. هرچه شیارها عمیق و به هم وصل شوند آبراهه های بزرگتر تشکیل که به آن فرسایش پنجه ای گویند.

۳۵. گزینه ۴.

۳۶. گزینه ۱. فرسایش بین شیاری نوعی فرسایش ورقه ای که عامل آن انرژی سنتیک قطرات باران است.

۳۷. گزینه ۴.

۳۸. گزینه ۱.

۳۹. گزینه ۱. این شکل از فرسایش گالی هم در لایه سطحی و هم لایه عمقی خاک حساس به فرسایش ایجاد می شود.

۴۰.گزینه ۲. در این نوع گالی لایه های سطحی به فرسایش حساس و عمقی به فرسایش مقاوم است.

۴۱. گزینه ۳.

۴۲. گزینه ۱.

۴۳. گزینه ۴. در عمق خاک برای ایجاد زمین لغزنده باید یک لایه غیرقابل نفوذ یا با نفوذپذیری کم وجود داشته باشد.

۴۴. گزینه ۴.

۴۵. گزینه ۴.

۴۶.گزینه ۴. فرسایش سیلال گل در مناطق غالبا یخ زده رخ می دهد.

۴۷. گزینه ۴. هرچه ون مخصوص ذرات بالاتر فرسایش بیشتر و هرچه ذرات ریزتر و حساس تر فرسایش راحتر است.

۴۸. گزینه ۳. فرسایش انحلالی بیشتر در مناطق زاگرس دیده می شود.

۴۹. گزینه ۴. فرسایش هزار دره مرحله گسترش فرسایش گالی که تعداد خندق در هر کیلومتر مربع از زمین بیش از ۷۰ عدد و یا طول آنها بیش از ۱۰ کیلومتر است .

۵۰ . گزینه ۲. این نوع فرسایش دراراضی بین دو افق رس تشل و همچنین بین دو لایه غیر قابل نفوذ و یا نفوذپذیری کم تشکیل می شود .

۵۱. گزینه ۱. این فرسایش نشان می دهد که چه عمقی از خاک دستخوش فرسایش شده است و ضخامت خاک فرسایش یافته بدست می آید.

۵۲. گینه ۱. بر اساس این معادله برنت ضریب تحویل رسوب را معرفی نمود. نسبت تحویل رسوب به فیزیوگرافی و زهکشی و رخدادهای اقلیمی و کاربردی بستگی دارد.

۵۳. گزینه ۱. این مدل به نوع استفاده در اراضی بستگی دارد یعنی هم در اراضی کشاورزی و هم منابع طبیعی استفاده می شود.

۵۴. گزینه ۱.

۵۵.گزینه ۲.

۵۶. گزینه ۴

۵۷. گزینه ۱. بافتهای ریز و سیلتی SDR را زیاد و در مقابل بافت شنی SDR را کم می کند.

۵۸. پزینه ۱. در این مدل بیشترین عوامل موثر در فرسایش خاک و تولید رسوب در محاسبات وارد می شود.

۵۹. گزینه ۱. ارزیابی فرسایش خاک و تولید رسوب بر خلاف برخی روشهای مانند FAO, BLM با کمیت بیان می شود.

۶۰. گزینه ۱.

۶۱. گزینه ۴. مدل EPM در حوزه هایی که متوسط درجه حرارت سالانه آنها کمتر از ۱- درجه سانتی راد است کاربرد دارد.

۶۲. گزینه ۱.

۶۳. گزینه ۲

۶۴. گزینه ۱.

۶۵. گزینه ۱.

۶۶. گزینه ۱.

۶۷. گزینه ۴. حوزه های دایره یا مربع به دلیل نزدیک بودن زمان تمرکز آبرهه جریانهای طغیانی ایجاد می شود.

۶۸. گزینه ۲. در روش هورتون هر چه مقدار R به یک نزدیکتر شکل رواناب به مربع نزدیک و هرچه از عدد یک کمتر شکل آبخیز کشیده و طویل می شود.

۶۹. گزینه ۱. برای تخمین حداکثر دبی جریان رواناب به کار می رود.

۷۰. گزینه ۳. با بدست آوردن شماره منحنی رواناب می توان عمق یا ارتفاع رواناب ، حجم و شدت آن را محاسبه کرد.

۷۱. گزینه ۳. خاکهایی که با تولید رواناب کم و نفوذچذیری زیاد و دارای بافت سبک ، عمیق و شنی هستند.

۷۲. گزینه ۱.

۷۳. گزینه ۳. این گروه رواناب نسبتا زیادی تولید و در برخی لایه غیر قابل نفوذ وجود دارد .

۷۴. گزینه ۴.

۷۵. گزینه ۴.

۷۶. گزینه ۴

۷۷. گزینه ۴.

۷۸. گزینه ۴.

۷۹. گزینه ۳.

۸۰. گزینه ۲ تراس پله ای به دلیل شیب زیاد و عرض کم در کشاورزی مناسب نیست

۸۱. گزینه ۳. در این تراس بارندگی و رواناب زیاد است .

۸۲. گزینه ۴.

۸۳. گزینه ۱. شکل مقطع این نوع بانکت V شکل و در کف آن درخت کاشته نمی شود . فقط در محدوده خاکریزی درختکاری می شود.

۸۴. گزینه ۴. این نوع بانکت برای کشت غلات طراحی شده و جذبی می باشد .

۸۵. گزینه ۱. این نوع بانکت در شیب کمتر از ۶ درصد و ۱۵ متر زیر کشت می بریم .

۸۶. گزینه ۳.

۸۷. گزینه ۱. این بند در موقعی استفاده می شود که طول کانال خندق کمتر از ۱۰۰ و مساحت حوزه بالا دست کمتر از ۱ هکتار باشد.

۸۸. گزینه ۳. در این بند جنس بستر بند امکان فرو رفتن پایه های چوبی را دارد.

۸۹. گزینه ۴. اهمیت فرسایش کنار رودخانه ای از نظر از بین رفتن زمین تحت فرسایش و خسارت وارد شده به زمینهای کشاورزی و جاده ها و مخازن است.

۹۰. گزینه ۴.

۹۱. گزینه ۴. این نوع اراضی حاصل عملکرد مشترک باد و آب که به دامنه مقاومت زیاد است

۹۲. گزینه ۱.

۹۳. گزینه ۴. این تپه ها در اتصال چند سیف ایجاد و حالت موجی دارد

۹۴. گزینه ۴.

گسترده ترین شکل رسوبات بادی است که غنی از ذرات سیلت و به رنگ زرد مایل به خاکستری می باشد .

۹۵. گزینه ۱

۹۶. گزینه ۴.

۹۷. گزینه ۴.

۹۸. گزینه ۴. مقاومت مالچ با توجه به ترکیب متفاوت . مقاومت مالچ کاه به دلیل افزایش استحکام ساختاری از بقیه مالچ ها بیشتر است.

۹۹. گزینه ۴. دو عامل وضعیت فرسایش در سطح حوزه آبخیز و عامل فرسایش رودخانه ای از طریق مدل BLM بدست می آید.

۱۰۰. گزینه ۴.

منابع

۱.اسمعلی، الف.عبداللهی ، خ. ۱۳۸۹. آبخیزداری و حفاظت خاک. انتشارات محقق اردبیلی.۵۷۸. صفحه

۲.تلوری، ع. ۱۳۷۱. شناخت فرسایش کنار رودخانه ای در دشت های رسوبی ، انتشارات موسسه تحقیقات جنگل ها و مراتع کشور، ۱۳۹ صفحه .

۳. رفاهی،ح.۱۳۷۸. فرسایش بادی و کنترل آن ، انتشارات دانشگاه تهران. ۳۲۰ صفحه

۴. رفاهی، ح. ۱۳۸۲. فرسایش آبی و کنترل آن. انتشارات دانشگاه تهران.۶۷۱ صفحه

۵. سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور، ۱۳۸۴. راهنمای مطالعات فرسایش و رسوب در ساماندهی رودخانه ها، نشریه شماره ۳۸۳.

۶. سکوتی اسکوئی، م. عرب خدوی، م. ۱۳۹۷. تدوین روش مناسب برای تعیین فرسایش قابل تحمل خاک در ایران.نشریه علمی ترویجی مدیریت اراضی . جلد ۶. شماره ۱.

۷. سهرابی، م. کاسه، ج. باخوش، م. اختر، ط. ۱۳۹۲. تخریب پوسته های زیستی خاک در مراتع زاگرس و اثرات آن در فرسایش خاک و افزایش ربیزگردها در غرب ایران. کنفرانس ملی خطرات محیط زیست زاگرس. خرم آباد.

۸. صالحی، م. اسنفدیارپوربروجنی،ع.مهاجر،ر.باقری، م. ۱۳۹۷. حفاظت آب و خاک تکمیلی . ۱۹۲ صفحه

۹. کادناس دلیانو، ل. ۱۳۷۸. کنترل سیلاب و تثبیت آبراهه ها.ترجمه ع.نجفی نژاد. انتشارات دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی گرگان. ۱۹۹ صفحه .

۱۰.کریم زاده ، م. ۱۴۰۰. نکته های فرسایش و حفاظت خاک.

۱۱. موید جعفری، م.شریفیان، م. احمدی، س.۱۳۹۵. فرسایش بادی و راههای کنترل آن. اولین همایش مدیریت بحران، بهداشت ، محیط زیست و توسعه پایدار، تهران .

۱۲. نخجوانی، ف. ۱۳۸۵. مبارزه با فرسایش و اصلاح آبخیزها . انتشارات دانشگاه تهران، ۳۸۵ صفحه .

۱۳. نیلی، ن. ۱۳۸۰. ارزیابی عملکرد پروژه های آبخیز داری در رابطه با کنترل فرسایش و رسوب و استحصال آب در حوضه آبخیز.

۱۴. هارسون، ن.۱۳۸۲.حفاظت خاک ترجمه ح. قدیری . انتشارات دانشگاه چمران، ۴۷۰ صفحه.